



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 23 911 A 1**

5 Int. Cl. 7:  
**F 02 D 41/22**  
F 02 D 41/00

21 Aktenzeichen: 100 23 911.0  
22 Anmeldetag: 16. 5. 2000  
43 Offenlegungstag: 3. 5. 2001

DE 100 23 911 A 1

30 Unionspriorität:  
P 11-141775 21. 05. 1999 JP

71 Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Beetz und Kollegen, 80538 München

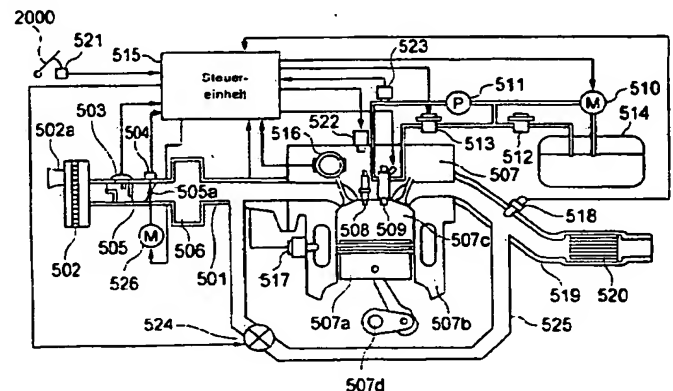
72 Erfinder:  
Shimada, Kousaku, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Steuereinheit mit Rückkopplungssystem

57 In einer Motorsteuereinheit mit einem Rückkopplungsregelungssystem wird ein Befehlssignal zum Steuern einer Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen einem Eingangssignal, das einem Soll-Motorzustand entspricht, und einem Ist-Motorzustandssignal bestimmt, wenn die Motorsteuereinheit, die Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) und ein Sensor (503, 1107) zum Erzeugen des Ist-Motorzustandssignals normal arbeiten, und wird auf der Grundlage des Eingangssignals bestimmt, während die Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal verhindert wird, wenn eine Anomalie zumindest der Motorsteuereinheit, der Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) und/oder des Sensors (503, 1107) erfaßt wird.



BEST AVAILABLE COPY

DE 100 23 911 A 1

## Beschreibung

## Hintergrund der Erfindung und Angabe der verwandten Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Motorsteuereinheit zum Steuern eines Motor-Betriebsaktuators (z. B. einer Drosselbaueinheit, einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung oder dergleichen), um ein Ausgangsdrehmoment und eine Ausgangsleistung anhand eines Ist-Motorzustandes (z. B. eines Ausgangsdrehmoments, einer Ausgangsleistung (die anhand des Ausgangsdrehmoments und der Motordrehzahl geschätzt wird), eines Ansaugluftmassendurchsatzes, eines Drosselklappen-Öffnungsgrades oder dergleichen) zu erzeugen.

JP-A-10-212989 offenbart eine Motorsteuereinheit, in der ein Betätigungsgrad eines Motor-Betriebsaktuators in Übereinstimmung mit einem Ist-Motorzustand und einer Umgebungsbedingung des Motor eingestellt wird.

JP-A-10-238394 offenbart, wie ein Problem einer Drosselbaueinheit erfaßt wird.

## Aufgabe und Zusammenfassung der Erfindung

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Maschinen-Steuereinheit (z. B. eine Motorsteuereinheit) mit einem Rückkopplungsregelungssystem zu schaffen, wobei in der Steuereinheit ein Ausgang der Maschine sicher steuerbar ist, wenn eine Störung eines für die Steuereinheit verwendeten Elements auftritt.

Da in einer Motorsteuereinheit zum Steuern einer Motorzustand-Einstellvorrichtung in irgendeinem Motor anhand eines Ist-Motorzustandes, der durch einen Motorzustand-Meßsensor gemessen wird, wobei die Steuereinheit versehen ist mit einer Schnittstellenvorrichtung zum Erzeugen eines Soll-Motorzustand entsprechenden Eingangssignals und einem Befehlssignalgenerator zum Bestimmen eines Befehlssignals, das in die Motorzustand-Einstellvorrichtung eingegeben werden soll, um einen Betätigungsgrad der Motorzustand-Einstellvorrichtung auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und einem Ist-Motorzustandssignal, das dem Ist-Motorzustand entspricht, so zu steuern, daß eine Differenz zwischen dem Soll-Motorzustand und dem gemessenen Ist-Motorzustand verringert wird, das Befehlssignal zum Steuern der Motorzustand-Einstellvorrichtung auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal bestimmt wird, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung, die Motorzustand-Änderungsvorrichtung und der Motorzustand-Meßsensor normal arbeiten, und auf der Grundlage des Eingangssignals bestimmt wird, während die Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal verhindert wird, wenn eine Anomalie zumindest in der Schnittstellenvorrichtung, der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und/oder dem Motorzustand-Meßsensor erfaßt wird, wird das Ausmaß eines übermäßigen oder nicht steuerbaren Motorbetriebs oder -ausgangs, der durch die Störung der Schnittstellenvorrichtung und/oder der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Motorzustand-Meßsensors hervorgerufen wird, klein gehalten oder wird eine Erhöhung eines unerwünschten oder nicht steuerbaren Motorbetriebs oder -ausgangs aufgrund einer sich vervielfachenden Störungswirkung der Schnittstellenvorrichtung, der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und des Motorzustand-Meßsensors verhindert, indem zu einer einfachen Steuerung auf der Grundlage des Eingangssignals ohne Vergleich zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Mo-

torzustandssignal zurückgekehrt wird.

Die Schnittstellenvorrichtung kann das Eingangssignal erzeugen, das einer Soll-Motorausgangsleistung entspricht, die von einem Fahrpedal außerhalb der Motorsteuereinheit befohlen wird. Das Befehlssignal zum Steuern der Motorzustand-Einstellvorrichtung kann auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem durch die Schnittstellenvorrichtung erzeugten Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal bestimmt werden, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung, die Motorzustand-Änderungsvorrichtung und der Motorzustand-Meßsensor normal arbeiten, und wird auf der Grundlage des Eingangssignals, das der Soll-Motorausgangsleistung entspricht, die vom Fahrpedal befohlen wird, bestimmt, während die Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem durch die Schnittstellenvorrichtung erzeugten Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal verhindert wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung, der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Motorzustand-Meßsensors erfaßt wird.

Die Schnittstellenvorrichtung kann das Eingangssignal, das einer Soll-Motorausgangsleistung, einem Soll-Motorausgangsdrehmoment, einer Soll-Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs oder einem Soll-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft als dem Soll-Motorzustand entspricht, erzeugen. Das dem Soll-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft entsprechende Eingangssignal kann in Übereinstimmung mit einem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis modifiziert werden.

Der Befehlssignalgenerator kann das Befehlssignal zum Steuern eines Öffnungsgrades einer elektrisch gesteuerten Drosselbaueinheit als der Motorzustand-Einstellvorrichtung bestimmen. Das Befehlssignal kann in Übereinstimmung mit einem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis modifiziert werden. Der Befehlssignalgenerator bestimmt das Befehlssignal zum Steuern einer Einspritzrate für Kraftstoff, der in den Motor eingespritzt werden soll.

Das Ist-Motorzustandssignal kann einem Ist-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft, einem Ist-Motorausgangsdrehmoment oder einer Ist-Motorausgangsleistung (die aus dem Ausgangsdrehmoment und der Motordrehzahl geschätzt werden kann) entsprechen. Die Ist-Kraftstoffeinspritzrate kann aus dem Ist-Motorausgangsdrehmoment oder der Ist-Motorausgangsleistung pro Motorumdrehung geschätzt werden. Der Ist-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft entspricht der Ist-Motorausgangsleistung, wenn das Luft-/Kraftstoffverhältnis auf einem bestimmten Wert gehalten wird, so daß die Ist-Motorausgangsleistung aus dem Ist-Massendurchsatz der Ansaugluft geschätzt wird. Die Soll-Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs entspricht der Soll-Motorausgangsleistung oder dem Soll-Motorausgangsdrehmoment. Die Soll-Einspritzrate des Kraftstoffs pro Motor-Verbrennungstakt oder pro Motorausgangsdrehzahl entspricht der Soll-Motorausgangsleistung pro Verbrennungstakt oder pro Motorausgangsdrehzahl oder dem Soll-Motorausgangsdrehmoment.

Das Befehlssignal zum Steuern der Motorzustand-Einstellvorrichtung kann auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal, das dem Soll-Motorausgangsdrehmoment entspricht, und dem Ist-Motorzustandssignal, das dem Ist-Motorausgangsdrehmoment entspricht, bestimmt werden, wenn festgestellt wird, daß ein Drehmomentensensor des Motorzustand-Meßsensors normal arbeitet, und kann auf der Grundlage des Eingangssignals, das der Soll-Motorausgangsleistung entspricht (die beispielsweise von einem Fahrpedal außerhalb der Steuereinheit befohlen

wird), bestimmt werden, während die Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal, das dem Soll-Motorausgangsdrehmoment entspricht, und dem Ist-Motorzustandssignal, das dem Ist-Motorausgangsdrehmoment entspricht, verhindert wird, wenn eine Anomalie des Motorzustand-Meßsensors zum Messen des Ist-Motorausgangsdrehmoments erfaßt wird.

Die Schnittstellenvorrichtung kann das Eingangssignal, das der Soll-Motorausgangsleistung oder dem Soll-Motorausgangsdrehmoment entspricht, auf der Grundlage der Motorausgangsdrehzahl und einer befohlenen Motorausgangsleistung, die von einem Fahrpedal außerhalb der Motorsteuereinheit befohlen wird, erzeugen.

Wenn wenigstens die Motorzustand-Änderungsvorrichtung und der Motorzustand-Meßsensor einen Kommunikationsweg enthalten, über den Informationen bezüglich der Motorsteuereinheit übertragen werden, kann die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Motorzustand-Meßsensors eine Anomalie des Kommunikationsweges sein. Wenn eine Drosselbaueinheit der Motorzustand-Änderungsvorrichtung zum Ändern des Massendurchsatzes der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft wenigstens einen Sensor zum Erzeugen eines einem Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit entsprechenden Ausgangssignals enthält, kann die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung eine Anomalie des Sensors sein. Wenn die Schnittstellenvorrichtung das Eingangssignal in Übereinstimmung mit einem Ausgangssignal von wenigstens einem Sensor außerhalb der Motorsteuereinheit zum Messen eines Betätigungsgrades eines Fahrpedals außerhalb der Motorsteuereinheit erzeugt und der Betätigungsgrad des Fahrpedals einer durch das Fahrpedal befohlenen Motorausgangsleistung entspricht, kann die Anomalie der Schnittstellenvorrichtung eine Anomalie des Sensors sein.

Der Betätigungsgrad der Motorzustand-Einstellvorrichtung kann ein Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit zum Einstellen des Massendurchsatzes der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft oder die Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs sein.

Als Antwort auf die Erfassung einer Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung, der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Motorzustand-Meßsensors können eine Verhinderung der Bildung eines mageren Luft-/Kraftstoffgemischs und/oder eine Absenkung einer Obergrenze einer Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs und/oder eine Absenkung einer Obergrenze eines Öffnungsgrades einer als Motorzustand-Einstellvorrichtung dienenden Drosselbaueinheit und/oder ein Schließen der Drosselbaueinheit und/oder eine Verhinderung einer Zufuhr von elektrischem Strom an die Drosselbaueinheit bewerkstelligt werden. Die Wahl, ob die Verhinderung der Bildung des mageren Luft-/Kraftstoffgemischs, die Absenkung der Obergrenze der Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs, die Absenkung der Obergrenze des Öffnungsgrades der Drosselbaueinheit, das Schließen der Drosselbaueinheit oder die Verhinderung der Zufuhr von elektrischem Strom an die Drosselbaueinheit bewerkstelligt wird, kann in Übereinstimmung mit dem Grad der Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung, der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Motorzustand-Meßsensors bestimmt werden. Die Anomalie des Sensors kann erfaßt werden, wenn die Größe des Ausgangssignals des Sensors in einem von einem vorgegebenen annehmbaren Bereich verschiedenen Bereich liegt. Die Anomalie des Sensors kann erfaßt werden, wenn eine Differenz zwischen mehreren Ausgangssignalen des Sensors größer als ein vorgegebener annehmbarer Pegel ist. Die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung kann erfaßt werden, wenn

eine Differenz zwischen einem Ist-Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und einem Soll-Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit für eine Zeitperiode, die größer als eine vorgegebene, annehmbare Zeitperiode ist, größer als ein vorgegebener, annehmbarer Pegel bleibt. Die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung kann erfaßt werden, wenn ein an die elektrisch gesteuerte Drosselbaueinheit der Motorzustand-Änderungsvorrichtung gelieferter elektrischer Strom für eine Zeitperiode, die länger als eine vorgegebene, annehmbare Zeitperiode ist, über einem vorgegebenen, annehmbaren Pegel bleibt. Die Anomalie des Motorzustand-Meßsensors kann erfaßt werden, wenn die Größe des Ist-Motorzustandssignals, das dem Ist-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft entspricht, in einem von einem vorgegebenen, annehmbaren Bereich verschiedenen Bereich liegt. Die Anomalie des Motorzustand-Meßsensors kann erfaßt werden, wenn eine Differenz zwischen den Ist-Motorzustandssignalen, die durch mehrere Motorzustand-Meßsensoren erzeugt werden und jeweiligen Ist-Massendurchsätzen der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft entsprechen, über einem vorgegebenen, annehmbaren Pegel liegt. Die Anomalie des Motorzustand-Meßsensors kann erfaßt werden, wenn eine Differenz zwischen dem Ist-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft, der durch den Motorzustand-Meßsensor gemessen wird, und einem Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft, der aus der Motorausgangsdrehzahl und dem Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit der Motorzustand-Änderungsvorrichtung geschätzt wird, über einem vorgegebenen, annehmbaren Pegel liegt. Die Anomalie des Motorzustand-Meßsensors kann erfaßt werden, wenn die Größe des Ist-Motorzustandssignals, das dem Ist-Motorzustand entspricht, in einem von einem vorgegebenen, annehmbaren Bereich verschiedenen Bereich liegt. Die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung kann erfaßt werden, wenn eine Differenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal über einem vorgegebenen Pegel liegt.

Der Sollzustand, der dem Eingangssignal entspricht, das mit dem Ist-Motorzustandssignal verglichen wird, um das Befehlssignal zu bestimmen, wenn erfaßt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung, die Motorzustand-Änderungsvorrichtung und der Motorzustand-Meßsensor normal arbeiten, kann von dem Sollzustand, der dem Eingangssignal entspricht, anhand dessen das Befehlssignal bestimmt wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung, der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Motorzustand-Meßsensors erfaßt wird, verschieden sein. Der Sollzustand, der dem Eingangssignal entspricht, das mit dem Ist-Motorzustand verglichen wird, um das Befehlssignal zu bestimmen, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung, die Motorzustand-Änderungsvorrichtung und der Motorzustand-Meßsensor normal arbeiten, kann gleich dem Sollzustand sein, der dem Eingangssignal entspricht, anhand dessen das Befehlssignal bestimmt wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung, der Motorzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Motorzustand-Meßsensors erfaßt wird.

Da in einer Steuereinheit zum Steuern einer Maschinenzustand-Einstellvorrichtung in einer Maschine anhand eines Ist-Maschinenzustands, der durch einen Maschinenzustand-Meßsensor gemessen wird, wobei die Steuereinheit versehen ist mit einer Schnittstellenvorrichtung zum Erzeugen eines Soll-Maschinenzustand entsprechenden Eingangssignals und einem Befehlssignalgenerator zum Bestimmen eines Befehlssignals, das in die Motorzustand-Einstellvorrichtung eingegeben werden soll, um den Betätigungsgrad der Vorrichtungszustand-Einstellvorrichtung auf

der Grundlage eines Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und einem dem Ist-Vorrichtungszustand entsprechenden Ist-Vorrichtungszustandssignal so zu steuern, daß eine Differenz zwischen dem Soll-Vorrichtungszustand und dem gemessenen Ist-Vorrichtungszustand minimal wird, das Befehlssignal zum Steuern der Maschinenzustand-Einstellvorrichtung auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Maschinenzustandssignal bestimmt wird, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung und/oder die Maschinenzustand-Änderungsvorrichtung und/oder der Maschinenzustand-Meßsensor normal arbeiten, und auf der Grundlage des Eingangssignals bestimmt wird, während die Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Vorrichtungszustandssignal verhindert wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung, der Maschinenzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Maschinenzustand-Meßsensors erfaßt wird, wird das Ausmaß eines übermäßigen oder nicht steuerbaren Maschinenbetriebs oder -ausgangs, der durch die Störung der Schnittstellenvorrichtung und/oder der Maschinenzustand-Änderungsvorrichtung und/oder des Maschinenzustand-Meßsensors verursacht wird, klein gehalten oder wird eine Zunahme eines unerwünschten oder nicht steuerbaren Maschinenbetriebs oder -ausgangs durch eine sich vervielfachende Störungswirkung der Schnittstellenvorrichtung, der Maschinenzustand-Änderungsvorrichtung und des Maschinenzustand-Meßsensors verhindert, indem zu einer einfachen Steuerung auf der Grundlage des Eingangssignals ohne den Vergleich zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Maschinenzustandssignal zurückgekehrt wird.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die einen Motor mit einer Motorsteuereinheit der Erfindung zeigt.

Fig. 2 ist eine schematische Ansicht, die die Motorsteuereinheit der Erfindung zeigt.

Fig. 3 ist eine schematische Ansicht, die Steuerdiagramme und Steuerdatenfluß-Prozesse in der Motorsteuereinheit der Erfindung zeigt.

Fig. 4 ist eine schematische Ansicht, die Steuerdiagramme und Steuerdatenfluß-Prozesse in der Motorsteuereinheit der Erfindung zeigt.

Fig. 5 ist eine schematische Ansicht, die eine Ausführungsform eines Rückkopplungssystems der Motorsteuereinheit der Erfindung zeigt.

Fig. 6 ist eine schematische Ansicht, die eine weitere Ausführungsform eines Rückkopplungssystems der Motorsteuereinheit der Erfindung zeigt.

Fig. 7 ist eine schematische Ansicht, die Steuerdatenfluß-Prozesse für die Erfassung und Bewertung einer Anomalie des Rückkopplungssystems der Motorsteuereinheit der Erfindung zeigt.

Fig. 8 ist eine Tabelle für die Bewertung der Anomalie des Rückkopplungssystems der Motorsteuereinheit der Erfindung.

Fig. 9 ist eine Tabelle für die Bewertung der Anomalie des Rückkopplungssystems der Motorsteuereinheit der Erfindung.

Fig. 10 ist eine Tabelle für die Bewertung der Anomalie des Rückkopplungssystems der Motorsteuereinheit der Erfindung.

Fig. 11 ist ein Schaltplan, der eine Logik für die Bewertung der Anomalie des Rückkopplungssystems der Motorsteuereinheit der Erfindung zeigt.

Fig. 12 ist eine Tabelle für die Bewertung der Anomalie

des Rückkopplungssystems der Motorsteuereinheit der Erfindung.

Fig. 13 ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen einem Motor-Ausgangsdrehmoment, einer Motorausgangsdrehzahl und verschiedenen Verbrennungsbetriebsarten zeigt.

Fig. 14 ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen verschiedenen Verbrennungsbetriebsarten zeigt.

Fig. 15 ist eine Tabelle, die eine Beziehung zwischen der Motorausgangsdrehzahl, einem Betätigungs- oder Öffnungsgrad eines Fahrpedals und einer Soll-Ausgangsleistung (die einer Soll-Kraftstoffeinspritzrate und/oder einem Soll-Massendurchsatz des Motors für ein bestimmtes Luft-/Kraftstoffverhältnis zuzuführenden Luft entspricht) zeigt.

Fig. 16 ist ein Blockschaltplan, der eine die Tabelle von Fig. 15 enthaltende Steuereinheit zeigt.

Fig. 17 ist eine Tabelle, die eine Beziehung zwischen dem Betätigungs- oder Öffnungsgrad eines Fahrpedals und der Soll-Ausgangsleistung (die der Soll-Kraftstoffeinspritzrate und/oder dem Soll-Massendurchsatz der dem Motor für ein bestimmtes Luft-/Kraftstoffverhältnis zuzuführenden Luft entspricht) zeigt.

Fig. 18 ist ein Blockschaltplan, der eine die Tabelle von Fig. 17 enthaltende Steuereinheit zeigt.

Fig. 19 ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen einem Lastschaltzustand, der Soll-Ausgangsleistung TP<sub>2</sub> (die der Soll-Kraftstoffeinspritzrate und/oder dem Soll-Massendurchsatz der dem Motor für ein bestimmtes Luft-/Kraftstoffverhältnis zuzuführenden Luft entspricht), einem Soll-Massendurchsatz der dem Motor zuzuführenden Luft, der entsprechend einer Änderung des Luft-/Kraftstoffverhältnisses modifiziert ist, einem Ist-Massendurchsatz der dem Motor zuzuführenden Luft und einer Soll-Kraftstoffeinspritzrate bei stöchiometrischer Verbrennung zeigt.

Fig. 20 ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen einem Lastschaltzustand, der Soll-Ausgangsleistung TP<sub>2</sub> (die der Soll-Kraftstoffeinspritzrate und/oder dem Soll-Massendurchsatz der dem Motor für ein bestimmtes Luft-/Kraftstoffverhältnis zuzuführenden Luft entspricht), einem Soll-Massendurchsatz der dem Motor zuzuführenden Luft, der entsprechend einer Änderung des Luft-/Kraftstoffverhältnisses modifiziert ist, einem Ist-Massendurchsatz der dem Motor zuzuführenden Luft und einer Ist-Kraftstoffeinspritzrate bei einer Magerverbrennung zeigt.

Fig. 21 ist ein Ablaufplan für die Bestimmung des Soll-Massendurchsatzes der dem Motor zuzuführenden Luft.

Fig. 22 ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen der Motorausgangsdrehzahl, einer Soll-Ausgangsleistung TP<sub>2</sub> (die der Soll-Kraftstoffeinspritzrate und/oder dem Soll-Massendurchsatz der dem Motor für ein bestimmtes Luft-/Kraftstoffverhältnis zuzuführenden Luft entspricht), einem Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit, einem Massendurchsatz der dem Motor zuzuführenden Luft und der Kraftstoffeinspritzrate in dem Motor der Erfindung zeigt.

Fig. 23 ist ein Diagramm, das einen annehmbaren Bereich einer Fahrpedalsensorsignal-Größe in einem vorgegebenen Fahrpedalbewegungsbereich zeigt.

Fig. 24 ist ein Diagramm, das einen annehmbaren Bereich einer Fahrpedalsensorsignal-Differenz in einem vorgegebenen Fahrpedalbewegungsbereich zeigt.

Fig. 25 ist ein Diagramm, das einen annehmbaren Bereich der Fahrpedalsensorsignal-Differenz in einem vorgegebenen Fahrpedalbewegungsbereich zeigt.

Fig. 26 ist eine schematische Ansicht, die einen Aufbau einer elektrisch gesteuerten Drosselklappe zeigt.

Fig. 27 ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen der Zeit, einem Ist-Drosselklappenöffnungsgrad und einem Soll-Drosselklappenöffnungsgrad zeigt.

## Genauere Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

In der folgenden Beschreibung entspricht eine Kraftstoffeinspritzrate einer Ist-Kraftstoffeinspritzrate, einer Soll-Kraftstoffeinspritzrate, einem Soll-Massendurchsatz der Ansaugluft, einem Ist-Massendurchsatz der Ansaugluft, einem Soll-Ausgangsdrehmoment, einem Ist-Ausgangsdrehmoment und einer Soll-Ausgangsleistung pro Motorumdrehung, da dann, wenn ein bestimmtes (z. B. stöchiometrisches) Luft-/Kraftstoffverhältnis in einer Steuereinheit fiktiv festgelegt ist, der Massendurchsatz der Ansaugluft, das Ausgangsdrehmoment und die Ausgangsleistung pro Motorumdrehung aus der Kraftstoffeinspritzrate herleitbar sind und der Massendurchsatz der Ansaugluft bei einem bestimmten (z. B. stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis in den Massendurchsatz der Ansaugluft bei einem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis durch Ändern in Übereinstimmung mit einem Verhältnis zwischen dem bestimmten Luft-/Kraftstoffverhältnis und dem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis der dem Soll-Massendurchsatz der Ansaugluft bei einem bestimmten Luft-/Kraftstoffverhältnis entsprechenden Kraftstoffeinspritzrate in eine Ersatz-Kraftstoffeinspritzrate, die dem Soll-Massendurchsatz der Ansaugluft unter dem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis entspricht, umgesetzt werden kann.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, strömt die irgendeinem Motor 507 zuzuführende Ansaugluft von einem Einlaß 502a eines Luftreinigers 502 durch einen Massendurchsatz-Messer 503, der den Massendurchsatz der Ansaugluft mißt und als der beanspruchte Motorzustand-Meßsensor dient, und durch einen Drosselkörper 505, der den Massendurchsatz der Ansaugluft steuert, als die beanspruchte Motorzustand-Einstellvorrichtung dient und eine Drosselklappe 505a enthält, in einen Sammler 506. Die Ansaugluft wird von dem Sammler 506 durch Ansaugluftrohre 501, die mit den Verbrennungszyllindern 507b verbunden sind, auf Brennkammern 507c in Verbrennungszyllindern 507b verteilt. Ein Kraftstoffdruck wird durch eine Kraftstoffpumpe 510 erzeugt und durch einen Druckregler 512 beispielsweise auf ungefähr 3 kg/cm<sup>2</sup> geregelt und anschließend durch eine Kraftstoffpumpe 511 weiter mit Druck beaufschlagt und durch einen Druckregler 513 beispielsweise auf ungefähr 30 kg/cm<sup>2</sup> geregelt, so daß der mit Druck beaufschlagte Kraftstoff von einem Kraftstofftank 514 an eine Kraftstoffleitung geliefert wird, mit der Kraftstoffeinspritzeinrichtungen 509 verbunden sind. Der von den Kraftstoffeinspritzeinrichtungen 509 in die Brennkammern 507c eingespritzte Kraftstoff wird durch Zündkerzen 508 gezündet, die durch ein Hochspannungs-Zündsignal erregt werden, das durch eine Zündspule 522 erzeugt wird.

Der Massendurchsatz-Messer 503 erzeugt ein Signal, das dem Massendurchsatz der Ansaugluft entspricht, der als der Ist-Motorzustand beansprucht wird, wobei dieses Signal in eine Steuereinheit 515 eingegeben wird, die die beanspruchte Steuereinheit ist. Wenigstens ein Drosselsensor (vorzugsweise zwei Drosselsensoren) 504, der am Drosselkörper 505 angebracht ist, erzeugt ein Öffnungsgrad der Drosselklappe 505a entsprechendes Signal, das in die Steuereinheit 515 eingegeben wird.

Ein Nebenleitungsrohr 525, das sich zwischen einem Ansaugluftrohr 501 und einem Abgasrohr 519 erstreckt, enthält ein AGR-Ventil 524, das die Durchflußmenge des vom Abgasrohr 519 zum Ansaugluftrohr 501 zurückkehrenden Abgases steuert. Ein Kurbelwinkelsensor 516, der mit einer Motor-Nockenwelle (nicht gezeigt) verbunden ist, erzeugt ein Signal REF, das einer Phase einer Kurbelwelle 507d (einer Verbrennungs-Expansions- und Ausstoßphase und einer Luftansaug- und Luftverdichtungsphase) entspricht, sowie

ein Signal POS, das einer Winkelposition der Kurbelwelle 507d entspricht, wobei diese Signale in die Steuereinheit 515 eingegeben werden.

Ein I/K-Sensor 518, der im Abgasrohr 519 vor einem Katalysator 520 angebracht ist, erzeugt ein Signal, das einer Konzentration einer Komponente (beispielsweise des Kraftstoffs) im Abgas entspricht, wobei dieses Signal in die Steuereinheit 515 eingegeben wird. Die Steuereinheit 515 enthält eine MPU 603, die der beanspruchte Befehlssignalgenerator ist, einen ROM 602, einen RAM 604 und eine E/A-Schnittstellen-LSI 601, die die beanspruchte Schnittstellenvorrichtung ist und verschiedene Signale einschließlich eines dem Soll-Motorzustand (beispielsweise der Motor Ausgangsleistung oder dem Motor-Ausgangsdrehmoment) entsprechenden Signals, eines dem Ist-Motorzustand entsprechenden Signals, eines durch jeden der obenbeschriebenen und im folgenden beschriebenen Sensoren erzeugten Signals und dergleichen empfängt. Die Steuereinheit 515 verarbeitet die Signale, um Befehlssignale zum Steuern der Drosselklappe 505, der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 509, der Zündspule 522 und dergleichen zu erzeugen.

Wie in den Fig. 3 und 4 gezeigt ist, wird der Ansaugluftmassendurchsatz  $Q_a$ , der durch den Massendurchsatz-Messer 503 gemessen wird, in eine Basis-Kraftstoffeinspritzrate oder Basis-Kraftstoffeinspritzimpulsbreite  $TP_1$  für eine Verbrennung mit einem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis gemäß der Formel ( $TP_1 = k \times Q_a/Ne$ ) umgesetzt, wobei  $Ne$  eine Motorausgangsdrehzahl ist und  $k$  eine Konstante für die Bildung der Basis-Kraftstoffeinspritzrate ( $TP_1$ ) für die Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis mit dem Ansaugluftmassendurchsatz  $Q_a$  bei der Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  ist. Bei der Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis wird eine Modifikation der Kraftstoffeinspritzrate  $TP_1$  auf jedem von verschiedenen Pegeln der Kraftstoffeinspritzrate  $TP_1$  und auf jedem von verschiedenen Pegeln der Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  durch eine Kraftstoffeinspritzraten-Modifikationsvorrichtung 117 eingestellt, so daß die Kraftstoffeinspritzrate  $TP_1$  ungeachtet einer eigentümlichen, im Lauf der Zeit erfolgenden Charakteristik-Abweichung und/oder Charakteristik-Änderung des Massendurchsatz-Messers 503 und/oder der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 509 korrekt gesetzt wird.

In einer Soll-Kraftstoffeinspritzraten-Bestimmungsvorrichtung 101 wird eine Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_2$ , die einer Soll-Motorausgangsleistung pro Motorumdrehung oder dem Soll-Motorausgangsdrehmoment, einem Soll-Massendurchsatz der Ansaugluft in einer Verbrennung mit einem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis und der Soll-Kraftstoffeinspritzrate entspricht, anhand der Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  und eines Pegels einer befohlenen Motorausgangsleistung (z. B. eines Betätigungsgrades eines Fahrpedals außerhalb der Steuereinheit oder einer Soll-Motorausgangsleistung pro Motorumdrehung oder eines Drehmoments, das durch die Steuereinheit oder durch eine Vorrichtung außerhalb der Steuereinheit befohlen wird) bestimmt. Eine Beziehung zwischen der Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_2$  bei der Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis, dem Pegel der befohlenen Motorausgangsleistung und der Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  ist im wesentlichen exakt entsprechend einer Beziehung zwischen der Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_1$  für die Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis, dem Pegel der befohlenen Motorausgangsleistung und der Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  vorgegeben. Die Beziehung zwischen der Soll-Kraftstoffeinspritz-



rate  $TP_2$  in der Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis, dem  $P_{\text{Zel}}$  der befohlenen Motorausgangsleistung und der Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  kann in Übereinstimmung mit einer Änderung der Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_1$  für die Verbrennung mit der bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis, die durch die eigentümliche, im Lauf der Zeit erfolgende Charakteristik-Abweichung und/oder Charakteristik-Änderung des Massendurchsatz-Messers 503 und/oder der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 509 verursacht wird, modifiziert werden.

Ein Luft-/Kraftstoffverhältnis, ein Zündzeitpunkt, ein Kraftstoffeinspritzzeitpunkt und eine AGR-Rate werden aus der Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_2$  und der Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  für jede Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis, jede Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch und jede Verbrennung mit Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch bestimmt. Da die Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_2$  der Soll-Motorausgangsleistung pro Motorumdrehung oder dem Soll-Drehmoment entspricht, entsprechen der Soll-Ansaugluftmassendurchsatz bei der Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis und die Soll-Kraftstoffeinspritzrate ebenfalls einer Motorlast oder dem Betätigungsgrad des Fahrpedals. In einer Verbrennung mit üblichem Luft-/Kraftstoffverhältnis kann die Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_2$  gleich der Basis-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_1$  sein.

Ein Luft-/Kraftstoffverhältnis wird aus einem Luft-/Kraftstoffverhältnis-Kennfeld 104 für eine Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis, aus einem Luft-/Kraftstoffverhältnis-Kennfeld 105 für eine Verbrennung mit homogenem magerem Luft-/Kraftstoffgemisch und aus einem Luft-/Kraftstoffverhältnis-Kennfeld 106 für eine Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffverhältnis bestimmt. Ein Zündzeitpunkt wird anhand eines Zündzeitpunkt-Kennfeldes für eine Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis, eines Zündzeitpunkt-Kennfeldes 108 für eine Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch und aus einem Zündzeitpunkt-Kennfeld 109 für eine Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch bestimmt. Ein Kraftstoffeinspritzzeitpunkt wird aus einem Kraftstoffeinspritzzeitpunkt-Kennfeld 110 für eine Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis, einem Kraftstoffeinspritzzeitpunkt-Kennfeld 111 für eine Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch und aus einem Kraftstoffeinspritzzeitpunkt-Kennfeld 112 für eine Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch bestimmt. Eine AGR-Rate wird aus einem AGR-Raten-Kennfeld 113 für eine Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis, aus einem AGR-Raten-Kennfeld 114 für eine Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch und aus einem AGR-Raten-Kennfeld 115 für eine Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch bestimmt.

Welche Verbrennung ausgeführt wird, entweder die Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis, die Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch oder die Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch wird durch eine Verbrennungsart-Schaltvorrichtung 120 bestimmt, die später mit Bezug auf Fig. 14 beschrieben wird.

Ein Befehlssignal zum Steuern der Kraftstoffeinspritzrate oder der Kraftstoffeinspritzimpulsbreite wird auf der Grundlage der Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_2$  bestimmt, wobei ein Soll-Änderungswert  $\Delta TP_2$  und ein Kraftstoffeinspritz-einrichtungs-Leerlaufwert  $T_s$  hinzuaddiert werden und an-

schließend die nach der Addition sich ergebende Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_2$  in Übereinstimmung mit einem  $O_2$ -Modifikationskoeffizienten und einem F/B-Modifikationskoeffizienten modifiziert wird. Falls die Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis ausgeführt wird, wird die nach der Addition sich ergebende Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_2$  auf der Grundlage der Basis-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_1$  modifiziert, bevor sie in Übereinstimmung mit einem  $O_2$ -Modifikationskoeffizienten und einem F/B-Modifikationskoeffizienten modifiziert wird.

Ein Sollwertsignal, das einer Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_3$  entspricht, die einem Soll-Ansaugluftmassendurchsatz für die Steuerung des Ansaugluftmassendurchsatzes entspricht, wird in einem Sollwertsignal-Generator 124 auf der Grundlage der Soll-Kraftstoffeinspritzrate oder des Soll-Ansaugluftmassendurchsatzes  $TP_2$  bei dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis bestimmt, wobei der Soll-Änderungswert  $\Delta TP_2$  hinzuaddiert wird und eine Modifikation in Übereinstimmung mit einem Verhältnis zwischen dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis (z. B. 14,7) und einem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis (z. B. 40) erfolgt. Ein in einen Treiber 119 der Drosselklappe 1103 einzugebendes Befehlssignal zum Steuern eines Öffnungsgrades der Drosselklappe 1103 für die Bestimmung des Ist-Ansaugluftmassendurchsatzes für den Soll-Ansaugluftmassendurchsatz wird in einer I-PD-Steuereinheit 118 auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen der Soll-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_3$ , die das beanspruchte Eingangssignal ist, und der Basis-Kraftstoffeinspritzrate  $TP_1$ , die das beanspruchte Ist-Motorzustandssignal in der Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis ist, d. h. auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen dem Soll-Ansaugluftmassendurchsatz und dem gemessenen Ist-Ansaugluftmassendurchsatz  $Q_a$ , in der Weise bestimmt, daß eine Differenz zwischen dem Soll-Ansaugluftmassendurchsatz und dem gemessenen Ist-Ansaugluftmassendurchsatz  $Q_a$  verringert wird.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, liefert eine Ausfallsicherungs-Schaltvorrichtung 1101 dann, wenn als Antwort beispielsweise auf die Tatsache, daß die Größe eines Ausgangssignals des Massendurchsatzmessers 503 in einem Bereich außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt, eine Störung des Massendurchsatz-Messers 503, der beanspruchte Motorzustand-Meßsensor ist, erfaßt wird, anstatt des Befehlssignals, das in der I-PD-Steuereinheit 118 auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Soll-Ausgangsleistung entsprechenden Soll-Ansaugluftmassendurchsatz und dem Ist-Ansaugluftmassendurchsatz bestimmt wird, das Befehlssignal, das einem Betätigungsgrad eines Fahrpedals 2001 oder einem einer durch das Fahrpedal 2001 befohlenen Soll-Ausgangsleistung entsprechenden Soll-Ansaugluftmassendurchsatz entspricht, an eine Treiber-Steuereinheit 1102 der Drosselklappe 1103. Der Soll-Ansaugluftmassendurchsatz, der der Soll-Ausgangsleistung entspricht, wird in einer Schnittstellenvorrichtung 101 auf der Grundlage des Betätigungsgrades des Fahrpedals 2001 und der Motorausgangsdrehzahl im voraus bestimmt und anschließend im Sollwertsignal-Generator 124 in Übereinstimmung mit einem Verhältnis zwischen dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis (z. B. 14,7) und dem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis modifiziert.

Wie in Fig. 6 gezeigt ist, liefert eine Ausfallsicherungs-Schaltvorrichtung 1101 dann, wenn als Antwort beispielsweise auf die Tatsache, daß die Größe eines Ausgangssignals des Drehmomentsensors 1107 in einem von einem vorgegebenen Bereich verschiedenen Bereich liegt, eine Störung eines Drehmomentsensors 1107 für die Erzeugung

eines einem Ist-Motorausgangsdrehmoment entsprechenden Ist-Motorzustandssignals, der der beanspruchten Motorzustand-Meßsensor ist, erfaßt wird, anstatt des Befehlssignals, das in einem Drehmomentkomparator 1106 auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen einem der Soll-Ausgangsleistung entsprechenden Soll-Motorausgangsdrehmoment und einem durch den Drehmomentsensor 1107 gemessenen Ist-Motorausgangsdrehmoment bestimmt wird, das Befehlssignal, das dem Soll-Ansaugluftmassendurchsatz bei dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis entspricht, der seinerseits der Soll-Ausgangsleistung entspricht, die in der Schnittstellenvorrichtung 101 auf der Grundlage des Betätigungsgrades des Fahrpedals 2001 und der Motorausgangsdrehzahl der Treiber-Steuer-einheit 1102 der Drosselklappe 1103 über den Sollwertsignal-Generator 124 bestimmt wird. Das Soll-Motorausgangsdrehmoment wird in einer Schnittstellenvorrichtung 1105 auf der Grundlage des Betätigungsgrades des Fahrpedals 2001 und der Motorausgangsdrehzahl bestimmt.

Wie in Fig. 7 gezeigt ist, wird eine Anomalieerfassung oder -bewertung in einer Anomalieerfassungsvorrichtung 10 und in der Ausfallsicherungs-Schaltvorrichtung 1101 ausgeführt. Die Anomalieerfassungsvorrichtung 10 enthält eine Fahrpedalanomalie-Erfassungsvorrichtung 10, die, wie in Fig. 12 gezeigt ist, aus Signalen APS1 und APS2 der Sensoren 521, die dem Betätigungsgrad des Fahrpedals entsprechen, einen Anomaliepegel OK, CA (Warnung) oder NG (nicht gut) des Fahrpedals 2001 bestimmt, eine Drosselanomalie-Erfassungsvorrichtung 12, die, wie in den Fig. 10 und 11 gezeigt ist, aus Ausgangssignalen TPS1 und TPS2 der Sensoren 504, die dem Öffnungsgrad der Drosselklappe 1103 entsprechen, und aus einem Signal, das einem Zustand einer Kommunikationsleitung oder einer Vorrichtung zwischen den Sensoren und der Steuereinheit entspricht, einen Anomaliepegel von OK, CA (Warnung) oder NG (nicht gut) der Drosselklappe 1103 bestimmt, eine Massendurchsatzmesseranomalie-Erfassungsvorrichtung 13, die aus einem Ausgangssignal des Massendurchsatzmessers 503 und der Motorausgangsdrehzahl einen Anomaliepegel von OK, CA (Warnung) oder NG (nicht gut) des Massendurchsatzmessers 503 zum Messen des Ansaugluftmassendurchsatzes bestimmt. Die Ausfallsicherungs-Schaltvorrichtung 1101 bestimmt, wie in Fig. 8 gezeigt ist, aus den oben erwähnten Anomaliepegeln einen allgemeinen Anomaliepegel von A-F (A: normaler Pegel, F: Pegel für erhebliche Anomalie) und befiehlt, wie in Fig. 9 gezeigt ist, eine Verhinderung einer Rückkopplungsregelung und/oder eine Verhinderung der Bildung eines mageren Luft-/Kraftstoffgemischs und/oder eine Absenkung einer Obergrenze einer Einspritzrate für in den Motor einzuspritzenden Kraftstoff und/oder eine Absenkung einer Obergrenze eines Öffnungsgrades einer Drosselbaueinheit, die die Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) bildet, und/oder ein Schließen der Drosselbaueinheit und/oder eine Verhinderung der Lieferung eines elektrischen Stroms an die Drosselbaueinheit (für den voreingestellten Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit), falls der allgemeine Anomaliepegel von B-F bestimmt wird.

In Fig. 13 ist eine Beziehung zwischen der Motorausgangsdrehzahl, dem Soll-Motorausgangsdrehmoment und einem erforderlichen Luft-/Kraftstoffverhältnis gezeigt, so daß eine erwünschte Verbrennungsart und ein erwünschtes Luft-/Kraftstoffverhältnis aus der Motorausgangsdrehzahl und aus dem Soll-Motorausgangsdrehmoment bestimmt werden.

Wie in Fig. 14 gezeigt ist, wird die Verbrennungsart geändert. Direkt nach dem Beginn des Motorbetriebs wird die Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffverhältnis ausgeführt. Falls eine Bedingung A erfüllt ist, wird

die auszuführende Verbrennungsart von einer Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffgemisch zu einer Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch geändert. Falls eine Bedingung B bei der Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch erfüllt ist, wird die auszuführende Verbrennungsart von der Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch zu der Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch geändert. Falls eine Bedingung C bei der Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch erfüllt ist, wird die auszuführende Verbrennungsart von der Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch zur Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffgemisch geändert. Falls eine Bedingung E bei der Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch erfüllt ist, wird die auszuführende Verbrennungsart von der Verbrennung mit magerem Schichtladungs-Luft-/Kraftstoffgemisch zu der Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch geändert. Falls eine Bedingung D bei der Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch erfüllt ist, wird die auszuführende Verbrennungsart von der Verbrennung mit homogenem, magerem Luft-/Kraftstoffgemisch zu der Verbrennung mit stöchiometrischem Luft-/Kraftstoffgemisch geändert.

Die Bedingung A ist erfüllt, wenn ein Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis, das aus einem L/K-Kennfeld für eine stöchiometrische Verbrennung (das eine Beziehung zwischen dem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis, der Motorausgangsdrehzahl und dem Soll-Ausgangsdrehmoment oder der Kraftstoffeinspritzrate zeigt) bestimmt wird, nicht kleiner als 20 ist, eine Ist-Motorkühlwassertemperatur nicht niedriger als 40°C ist und eine Zunahme der Kraftstoffeinspritzrate nicht erforderlich ist. Die Bedingung B ist erfüllt, wenn das Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis, das in dem L/K-Kennfeld für die homogene, magere Verbrennung bestimmt wird, nicht niedriger als 30 ist. Die Bedingung C ist erfüllt, wenn während der Absenkung der Motorausgangsdrehzahl eine Verhinderung einer Kraftstoffeinspritzung befohlen wird. Die Bedingung D ist erfüllt, wenn das Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis, das in einem L/K-Kennfeld für die homogene Magerverbrennung bestimmt wird, nicht höher als 19 ist. Die Bedingung E ist erfüllt, wenn das Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis, das in einem L/K-Kennfeld für die Schichtladungs-Magerverbrennung bestimmt wird, nicht höher als 28 ist. In Übereinstimmung mit der Änderung der Verbrennungsart werden ein Zündkennfeld, das eine Beziehung zwischen dem Soll-Zündzeitpunkt, der Motorausgangsdrehzahl und dem Soll-Ausgangsdrehmoment oder der Kraftstoffeinspritzrate zeigt, ein Kraftstoffeinspritzzeitpunkt-Kennfeld, das eine Beziehung zwischen dem Soll-Kraftstoffeinspritzzeitpunkt, der Motorausgangsdrehzahl und dem Soll-Ausgangsdrehmoment oder der Kraftstoffeinspritzrate zeigt, und ein AGR-Kennfeld, das eine Beziehung zwischen der AGR-Rate, der Motorausgangsdrehzahl und dem Soll-Ausgangsdrehmoment oder der Kraftstoffeinspritzrate zeigt, geändert.

Die Soll-Ausgangsleistung  $Tp_2$  kann aus einem Kennfeld bestimmt werden, das eine Beziehung zwischen der Soll-Ausgangsleistung  $Tp_2$ , der Motorausgangsdrehzahl und dem Betätigungsgrad des Fahrpedals zeigt, wie in Fig. 15 gezeigt ist. Das Kennfeld kann wie in Fig. 16 gezeigt modifiziert oder korrigiert werden, so daß bei einer Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis der Soll-Ansaugluftmassendurchsatz, der der Soll-Ausgangsleistung  $Tp_2$  entspricht, gleich dem gemessenen Ist-Ansaugluftmassendurchsatz ist.

Die Soll-Ausgangsleistung  $Tp_2$  kann aus einer Tabelle be-

stimmt werden, die eine Beziehung zwischen der Soll-Ausgangsleistung  $Tp_2$  und dem Betätigungsgrad des Fahrpedals zeigt, wie in Fig. 17 gezeigt ist. Die Tabelle kann wie in Fig. 18 gezeigt modifiziert oder korrigiert werden, so daß bei der Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis der Soll-Ansaugluftmassendurchsatz, der der Soll-Ausgangsleistung  $Tp_2$  entspricht, gleich dem gemessenen Ist-Ansaugluftmassendurchsatz ist.

In Fig. 19, die eine Beziehung zwischen der Zeit, dem Ein/Aus-Zustand eines Lastschalters, der Soll-Ausgangsleistung, der Kraftstoffeinspritzrate oder dem Ansaugluftmassendurchsatz  $Tp_2$  bei der Verbrennung mit dem stöchiometrischen Luft-/Kraftstoffverhältnis, dem Soll-Ansaugluftmassendurchsatz  $Tp_3$  bei der Verbrennung mit dem stöchiometrischen Luft-/Kraftstoffverhältnis, dem gemessenen Ist-Ansaugluftmassendurchsatz  $Tp_1$  und der Ist-Kraftstoffeinspritzrate oder -impulsbreite zeigt, ist ein Erhöhungswert  $\Delta Tp_2$  des Soll-Ansaugluftmassendurchsatzes  $Tp_2$  gleich einem Erhöhungswert  $\Delta Tp_3$  des Soll-Ansaugluftmassendurchsatzes  $Tp_3$ . In Fig. 20, die eine Beziehung zwischen der Zeit, einem Ein/Aus-Zustand eines Lastschalters, der Soll-Ausgangsleistung, der Kraftstoffeinspritzrate und dem Ansaugluftmassendurchsatz  $Tp_2$  bei der Verbrennung mit dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis, dem Soll-Ansaugluftmassendurchsatz  $Tp_3$  bei der Verbrennung mit dem erwünschten mageren Luft-/Kraftstoffverhältnis, dem gemessenen Ist-Ansaugluftmassendurchsatz  $Tp_1$  und der Ist-Kraftstoffeinspritzrate oder -impulsbreite zeigt, ist ein Erhöhungswert  $\Delta Tp_2$  des Soll-Ansaugluftmassendurchsatzes  $Tp_2$  um das Verhältnis zwischen dem bestimmten (vorzugsweise stöchiometrischen) Luft-/Kraftstoffverhältnis und dem erwünschten Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis kleiner als ein Erhöhungswert  $\Delta Tp_3$  des Soll-Ansaugluftmassendurchsatzes  $Tp_3$ .

Ein Steuerablauf, der in Fig. 21 gezeigt ist, wird jeweils nach einem vorgegebenen Zeitintervall (z. B. 10 ms) wiederholt, um den Soll-Ansaugluftmassendurchsatz  $Tp_3$  zu bestimmen. Eine Differenz  $\Delta Ne$  zwischen einer Soll-Motorausgangsdrehzahl  $iNe$ , die anhand der gemessenen Motor-Kühlmitteltemperatur  $T_w$  bestimmt wird, und der gemessenen Ist-Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  wird berechnet. Der Erhöhungswert  $\Delta Tp_2$  des Soll-Ansaugluftmassendurchsatzes oder der Kraftstoffeinspritzrate  $Tp_2$  bei dem bestimmten Luft-/Kraftstoffverhältnis wird im voraus gemäß einer im Schritt 1506 angegebenen Formel bestimmt, außerdem wird ein zusätzlicher Erhöhungswert "Tp-Load" zum Erhöhungswert  $\Delta Tp_2$  addiert, wenn durch den Lastschalter eine zusätzliche Ausgangsleistung oder ein zusätzliches Ausgangsdrehmoment befohlen wird. Der Erhöhungswert  $\Delta Tp_2$  wird zu dem Soll-Ansaugluftmassendurchsatz oder zu der Kraftstoffeinspritzrate  $Tp_2$  addiert, wobei ein Gesamtbetrag aus dem Erhöhungswert  $\Delta Tp_2$  und dem Soll-Ansaugluftmassendurchsatz oder der Kraftstoffeinspritzrate  $Tp_2$  bei dem bestimmten Luft-/Kraftstoffverhältnis in den Soll-Ansaugluftmassendurchsatz  $Tp_3$  bei dem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis umgesetzt und als Soll-Ansaugluft oder Soll-Kraftstoffeinspritzrate verwendet wird. Da der Erhöhungswert  $\Delta Tp_2$  zum Soll-Ansaugluftmassendurchsatz oder zur Kraftstoffeinspritzrate  $Tp_2$  addiert wird, wenn die gemessene Ist-Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  kleiner als die Soll-Motorausgangsdrehzahl  $iNe$  ist, wie in Fig. 22 gezeigt ist, erreicht die Ist-Motorausgangsdrehzahl  $Ne$  schnell die Soll-Motorausgangsdrehzahl  $iNe$ .

Falls der Ist-Motorzustand (Massendurchsatz, Ausgangsdrehmoment oder dergleichen) oder der Zustand der Motorzustand-Einstellvorrichtung (Fahrpedal, Drosselbaueinheit oder dergleichen) durch einen Sensor erfaßt wird, kann eine

Störung des Sensors beispielsweise erfaßt werden, wenn eine Größe des Ausgangssignals des Sensors in einem von einem vorgegebenen, annehmbaren Bereich verschiedenen Bereich liegt. Falls der Ist-Motorzustand (Massendurchsatz, Ausgangsdrehmoment oder dergleichen) oder der Zustand der Motorzustand-Einstellvorrichtung (Fahrpedal, Drosselbaueinheit oder dergleichen) durch wenigstens zwei Sensoren erfaßt wird, kann eine Störung wenigstens eines der Sensoren beispielsweise erfaßt werden, wenn eine Differenz zwischen den Ausgangssignalen der Sensoren größer als ein vorgegebener Pegel ist. Beispielsweise wird in der Fahrpedalanomalie-Erfassungsvorrichtung 11 eine Störung des Fahrpedals 2000 oder des Fahrpedalsensors 521 wie in jeder der Fig. 23-25 gezeigt erfaßt. Wie in Fig. 23 gezeigt ist, wird innerhalb des Fahrpedalbewegungsbereichs dann, wenn die Größe des oder der Ausgangssignale des bzw. der Fahrpedalsensoren 521 in einem annehmbaren Bereich zwischen einer Ausgangssignal-Obergrenze einer Schwellenspannung für eine Fehlerbeurteilung 1 und einer Ausgangssignal-Untergrenze der Schwellenspannung für eine Fehlerbeurteilung 2 liegt, keine Störung des Fahrpedals 2000 oder des Fahrpedalsensors 521 erfaßt. Wie in Fig. 24 gezeigt ist, wird innerhalb des Fahrpedalbewegungsbereichs dann, wenn die Größe des oder der Ausgangssignale des bzw. der Fahrpedalsensoren 521 nicht innerhalb des annehmbaren Bereichs liegt, eine Störung des Fahrpedals 2000 oder des Fahrpedalsensors 521 erfaßt. Wie in Fig. 25 gezeigt ist, wird innerhalb des Fahrpedalbewegungsbereichs dann, wenn eine Differenz zwischen den Ausgangssignalen der Fahrpedalsensoren 521 bei einer bestimmten Fahrpedalstellung nicht innerhalb des annehmbaren Bereichs liegt, die Störung des Fahrpedals 2000 oder des bzw. der Fahrpedalsensoren 521 erfaßt.

Wie in Fig. 26 gezeigt ist, wird die Drosselklappe 505a auf einer voreingestellten Position in der Nähe der vollständig geschlossenen Position gehalten, wenn ein Drosselklappen-Antriebsmotor 526 nicht erregt wird, da die Drosselklappe 505a durch Federn 252 und 251 in eine Zwischenposition zwischen der vollständig geöffneten Position und der vollständig geschlossenen Position vorbelastet wird.

Eine Störung der Drosselbaueinheit wird erfaßt, wenn beispielsweise eine Differenz oder eine Abweichung zwischen dem Soll-Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit und dem Ist-Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit, der durch den Sensor 504 gemessen wird, für eine Zeitperiode, die größer als eine vorgegebene Zeitperiode ist, größer als ein vorgegebener Wert ist, wie in Fig. 27 gezeigt ist.

#### Patentsprüche

1. Motorsteuereinheit zum Steuern eines Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103, 509) in irgendeinem Motor anhand eines Ist-Motorzustands, der durch einen Motorzustand-Meßsensor (503, 1107) gemessen wird, mit einer Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) zum Erzeugen eines Eingangssignals, das einem Soll-Motorzustand entspricht, und einem Befehlssignalgenerator (118, 1106, 603) zum Bestimmen eines in die Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) einzugebenden Befehlssignals, um einen Betätigungsgrad der Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und einem Ist-Motorzustandssignal, das dem Ist-Motorzustand entspricht, so zu steuern, daß eine Differenz zwischen dem Soll-Motorzustand und dem gemessenen Ist-Motorzustand verringert wird, wobei



das Befehlssignal zum Steuern der Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal bestimmt wird, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601), die Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und der Motorzustand-Meßsensor (503, 1107) normal arbeiten, und auf der Grundlage des Eingangssignals bestimmt wird, während eine Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal verhindert wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung (101, 124, 1105), der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder des Motorzustand-Meßsensors (503, 1107) erfaßt wird.

2. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Schnittstellenvorrichtung (101, 601) das Eingangssignal erzeugt, das einer Soll-Motorausgangsleistung entspricht, die von einem Fahrpedal außerhalb der Motorsteuereinheit befohlen wird.

3. Motorsteuereinheit nach Anspruch 2, wobei das Befehlssignal zum Steuern der Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal, das durch die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) erzeugt wird, und dem Ist-Motorzustandssignal bestimmt wird, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601), die Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und der Motorzustand-Meßsensor (503, 1107) normal arbeiten, und auf der Grundlage des Eingangssignals bestimmt wird, das der Soll-Motorausgangsleistung entspricht, die von dem Fahrpedal befohlen wird, während die Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem durch die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) erzeugten Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal verhindert wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung (101, 124, 1105), der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder des Motorzustand-Meßsensors (503, 1107) erfaßt wird.

4. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) das Eingangssignal erzeugt, das einer Soll-Motorausgangsleistung entspricht, die als der Soll-Motorzustand dient.

5. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) das Eingangssignal erzeugt, das einem Soll-Motorausgangsdrehmoment entspricht, das als der Soll-Motorzustand dient.

6. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) das Eingangssignal erzeugt, das einem Soll-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft entspricht, der als der Soll-Motorzustand dient.

7. Motorsteuereinheit nach Anspruch 6, ferner mit einer Modifizierungseinrichtung (124) zum Modifizieren des Eingangssignals in Übereinstimmung mit einem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis.

8. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) das Eingangssignal erzeugt, das einer Soll-Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs entspricht, die als der Soll-Motorzustand dient.

9. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei der Befehlssignalgenerator (118, 1106, 603) das Befehlssignal zum Steuern des Öffnungsgrades einer elektrisch gesteuerten Drosselbaueinheit bestimmt, die als die

Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) dient.

10. Motorsteuereinheit nach Anspruch 9, ferner mit einer Modifizierungseinrichtung (124) zum Modifizieren des Befehlssignals in Übereinstimmung mit einem Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis.

11. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei der Befehlssignalgenerator (118, 1106, 603) das Befehlssignal zum Steuern einer Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs bestimmt.

12. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei das Ist-Motorzustandssignal einem Ist-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft entspricht.

13. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei das Ist-Motorzustandssignal einem Ist-Motorausgangsdrehmoment entspricht.

14. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei das Ist-Motorzustandssignal einer Ist-Motorausgangsleistung entspricht.

15. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei ein Ist-Massendurchsatz der in den Motor anzusaugenden Ansaugluft einer Ist-Motorausgangsleistung entspricht, wenn ein Luft-/Kraftstoffverhältnis auf einem bestimmten Wert gehalten wird, so daß die Ist-Motorausgangsleistung aus dem Ist-Ansaugluftmassendurchsatz geschätzt wird.

16. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei eine Soll-Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs einer Soll-Motorausgangsleistung entspricht, die der Soll-Motorzustand ist.

17. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei das Befehlssignal zum Steuern der Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal, das einem Soll-Motorausgangsdrehmoment entspricht, und dem Ist-Motorzustandssignal, das einem Ist-Motorausgangsdrehmoment entspricht, bestimmt wird, wenn festgestellt wird, daß ein Drehmomentsensor des Motorzustand-Meßsensors (1107) normal arbeitet, und auf der Grundlage des Eingangssignals bestimmt wird, das einer Soll-Motorausgangsleistung entspricht, während die Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal, das dem Soll-Motorausgangsdrehmoment entspricht, und dem Ist-Motorzustandssignal, das dem Ist-Motorausgangsdrehmoment entspricht, verhindert wird, wenn eine Anomalie des Motorzustand-Meßsensors (1107) zum Messen des Ist-Motorausgangsdrehmoments erfaßt wird.

18. Motorsteuereinheit nach Anspruch 4, wobei die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) das Eingangssignal, das der Soll-Motorausgangsleistung entspricht, auf der Grundlage der Motorausgangsdrehzahl und einer befohlenen Motorausgangsleistung, die von einem Fahrpedal außerhalb der Motorsteuereinheit befohlen wird, erzeugt.

19. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei wenigstens die Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und der Motorzustand-Meßsensor (503, 1107) einen Kommunikationsweg enthalten, über den Informationen bezüglich der Motorsteuereinheit übertragen werden, und die Anomalie zumindest der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder des Motorzustand-Meßsensors (503, 1107) eine Anomalie des Kommunikationsweges ist.

20. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei eine Drosselbaueinheit der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) zum Steuern eines Massendurchsatzes

der in den Motor anzugsaugenden Ansaugluft wenigstens einen Sensor (504) enthält, der ein Ausgangssignal erzeugt, das einem Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit entspricht, und die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) eine Anomalie des Sensors (504) ist.

21. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Schnittstellenvorrichtung (101) das Eingangssignal in Übereinstimmung mit einem Ausgangssignal von wenigstens einem Sensor (521) außerhalb der Motorsteuereinheit, der einen Betätigungsgrad eines Fahrpedals (2001) außerhalb der Motorsteuereinheit mißt, erzeugt, wobei der Betätigungsgrad des Fahrpedals einer befohlenen Motorausgangsleistung entspricht, die vom Fahrpedal befohlen wird, und die Anomalie der Schnittstellenvorrichtung (101) eine Anomalie des Sensors (521) ist.

22. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei der Betätigungsgrad der Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) ein Öffnungsgrad einer Drosselbaueinheit zum Einstellen eines Massendurchsatzes der in den Motor anzugsaugenden Ansaugluft ist.

23. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei der Betätigungsgrad der Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) eine Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs ist.

24. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei als Antwort auf die Erfassung der Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung (101, 601, 1105), der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder des Motorzustand-Meßsensors (503, 1107) eine Verhinderung der Bildung eines mageren Luft-/Kraftstoffgemisches und/oder eine Absenkung einer Obergrenze einer Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs und/oder eine Absenkung einer Obergrenze eines Öffnungsgrades einer als die Motorzustand-Einstellvorrichtung (1103) dienenden Drosselbaueinheit und/oder ein Schließen der Drosselbaueinheit und/oder eine Verhinderung der Zufuhr von elektrischem Strom an die Drosselbaueinheit bewerkstelligt werden.

25. Motorsteuereinheit nach Anspruch 24, wobei die Wahl, ob die Verhinderung der Bildung des mageren Luft-/Kraftstoffgemisches und/oder die Absenkung der Obergrenze der Einspritzrate des in den Motor einzuspritzenden Kraftstoffs und/oder die Absenkung der Obergrenze des Öffnungsgrades der Drosselbaueinheit und/oder das Schließen der Drosselbaueinheit und/oder die Verhinderung der Zufuhr von elektrischem Strom an die Drosselbaueinheit bewerkstelligt werden, in Übereinstimmung mit dem Grad der Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung (101, 124, 1105), der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder des Motorzustand-Meßsensors (503, 1107) bestimmt wird.

26. Motorsteuereinheit nach Anspruch 21, wobei die Anomalie des Sensors erfaßt wird, wenn eine Größe des Ausgangssignals des Sensors in einem von einem vorgegebenen Bereich verschiedenen Bereich liegt.

27. Motorsteuereinheit nach Anspruch 21, wobei die Anomalie des Sensors erfaßt wird, wenn eine Differenz zwischen mehreren Ausgangssignalen der Sensoren über einem vorgegebenen Pegel liegt.

28. Motorsteuereinheit nach Anspruch 20, wobei die Anomalie des Sensors erfaßt wird, wenn eine Größe des Ausgangssignals des Sensors in einem von einem vorgegebenen Bereich verschiedenen Bereich liegt.

29. Motorsteuereinheit nach Anspruch 20, wobei die Anomalie des Sensors erfaßt wird, wenn eine Differenz

zwischen mehreren der Ausgangssignale der Sensoren über einem vorgegebenen Pegel liegt.

30. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) erfaßt wird, wenn eine Differenz zwischen einem Ist-Öffnungsgrad einer Drosselbaueinheit der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und einem Soll-Öffnungsgrad der Drosselbaueinheit für eine Zeitperiode, die länger als eine vorgegebene Zeitperiode ist, über einem vorgegebenen Pegel bleibt.

31. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) erfaßt wird, wenn ein an eine elektrisch gesteuerte Drosselbaueinheit der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) gelieferter elektrischer Strom für eine Zeitperiode, die länger als eine vorgegebene Zeitperiode ist, über einem vorgegebenen Pegel bleibt.

32. Motorzustand-Steuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Anomalie des Motorzustand-Meßsensors (503) erfaßt wird, wenn eine Größe eines Ist-Motorzustandssignals, das einem Ist-Massendurchsatz der in den Motor anzugsaugenden Ansaugluft entspricht, in einem von einem vorgegebenen Bereich verschiedenen Bereich liegt.

33. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Anomalie des Motorzustand-Meßsensors (503) erfaßt wird, wenn eine Differenz zwischen den Ist-Motorzustandssignalen, die durch mehrere der Motorzustand-Meßsensoren (503) erzeugt werden und jeweiligen Ist-Massendurchsätzen der in den Motor anzugsaugenden Ansaugluft entsprechen, über einem vorgegebenen Pegel liegt.

34. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Anomalie des Motorzustand-Meßsensors (503) erfaßt wird, wenn eine Differenz zwischen einem Ist-Massendurchsatz der in den Motor anzugsaugenden Ansaugluft, der durch den Motorzustand-Meßsensor (503) gemessen wird, und einem Massendurchsatz der in den Motor anzugsaugenden Ansaugluft, die anhand der Motorausgangsdrehzahl und einem Öffnungsgrad einer Drosselbaueinheit der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) geschätzt wird, oberhalb eines vorgegebenen Pegels liegt.

35. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Anomalie des Motorzustand-Meßsensors (503, 1107) erfaßt wird, wenn eine Größe des Ist-Motorzustandssignals, das dem Ist-Motorzustand entspricht, in einem von einem vorgegebenen Bereich verschiedenen Bereich liegt.

36. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei die Anomalie der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) erfaßt wird, wenn eine Differenz zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Motorzustandssignal über einem vorgegebenen Pegel liegt.

37. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei der Sollzustand, der dem Eingangssignal entspricht, das mit dem Ist-Motorzustandssignal verglichen wird, um das Befehlssignal zu erzeugen, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601), die Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und der Motorzustand-Meßsensor (503, 1107) normal arbeiten, von dem Sollzustand verschieden ist, der dem Eingangssignal entspricht, anhand dessen das Befehlssignal bestimmt wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung (101, 124, 1105), der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder des Motorzustand-Meßsensors (503, 1107) erfaßt wird.

38. Motorsteuereinheit nach Anspruch 1, wobei der

Sollzustand, der dem Eingangssignal entspricht, das mit dem Ist-Motorzustandssignal verglichen wird, um das Befehlssignal zu bestimmen, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601), die Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und der Motorzustand-Meßsensor (503, 1107) normal arbeiten, gleich dem Sollzustand ist, der dem Eingangssignal entspricht, anhand dessen das Befehlssignal bestimmt wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung (101, 124, 1105), der Motorzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder des Motorzustand-Meßsensors (503, 1107) erfaßt wird.

39. Steuereinheit zum Steuern einer Maschinenzustand-Einstellvorrichtung (1103) in einer Maschine anhand eines Ist-Maschinenzustandes, der durch einen Maschinenzustand-Meßsensor (503, 1107) gemessen wird, mit

einer Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) zum Erzeugen eines Eingangssignals, das einem Soll-Maschinenzustand entspricht, und

einem Befehlssignalgenerator (118, 1106, 603) zum Bestimmen eines Befehlssignals, das in die Maschinenzustand-Einstellvorrichtung (1103) einzugeben ist, um einen Betätigungsgrad der Maschinenzustand-Einstellvorrichtung (1103) auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und einem Ist-Maschinenzustandssignal, das dem Ist-Maschinenzustand entspricht, so zu steuern, daß eine Differenz zwischen dem Soll-Maschinenzustand und dem gemessenen Ist-Maschinenzustand minimiert wird, wobei

das Befehlssignal zum Steuern der Maschinenzustand-Einstellvorrichtung (1103) auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Maschinenzustandssignal bestimmt wird, wenn festgestellt wird, daß die Schnittstellenvorrichtung (101, 1105, 601) und/oder die Maschinenzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder der Maschinenzustand-Meßsensor (503, 1107) normal arbeiten, und auf der Grundlage des Eingangssignals bestimmt wird, während die Bestimmung des Befehlssignals auf der Grundlage des Vergleichs zwischen dem Eingangssignal und dem Ist-Maschinenzustandssignal verhindert wird, wenn eine Anomalie zumindest der Schnittstellenvorrichtung (101, 124, 1105), der Maschinenzustand-Änderungsvorrichtung (1103) und/oder des Maschinenzustand-Meßsensors (503, 1107) erfaßt wird.

---

Hierzu 20 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

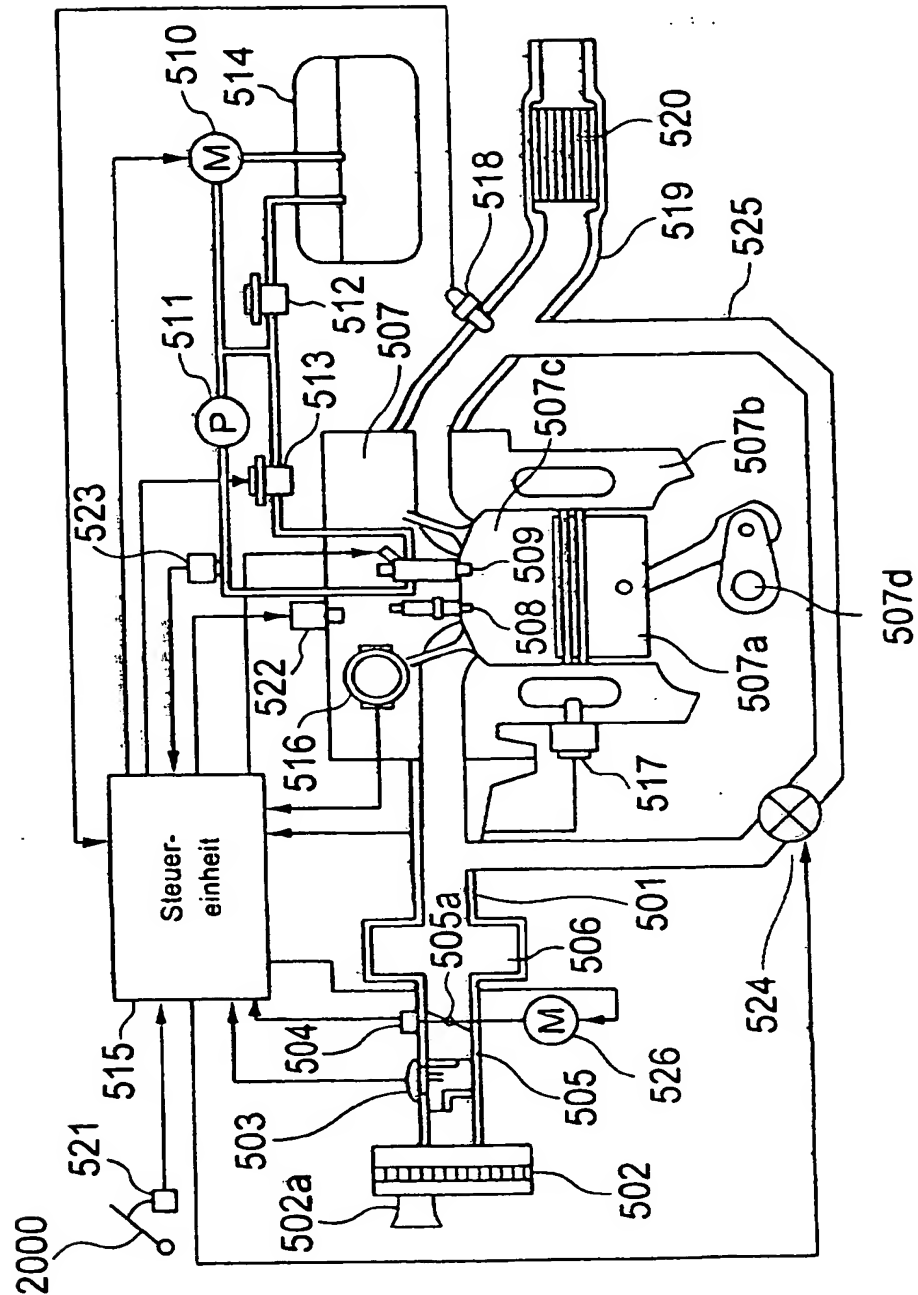




FIG. 2

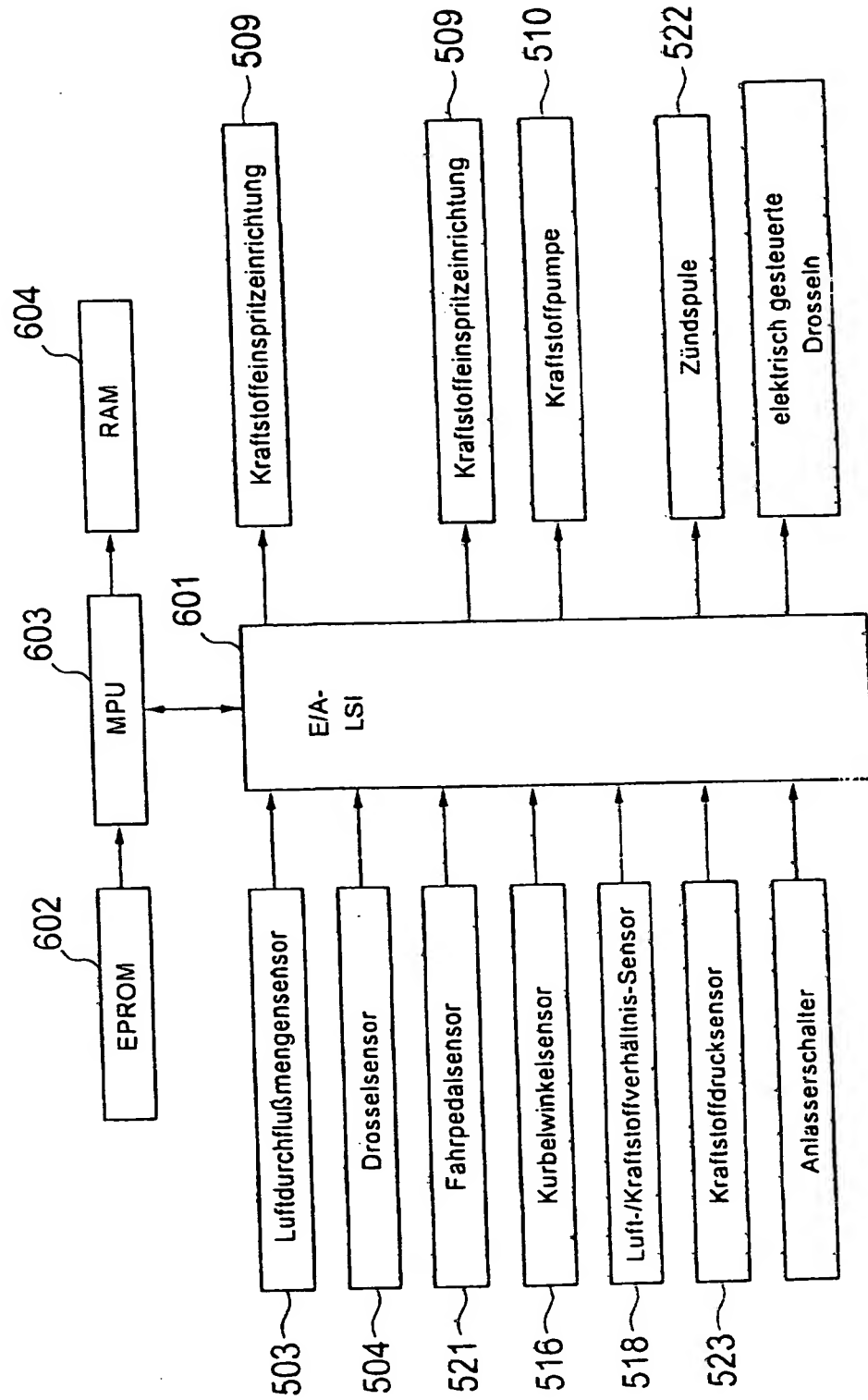


FIG. 3

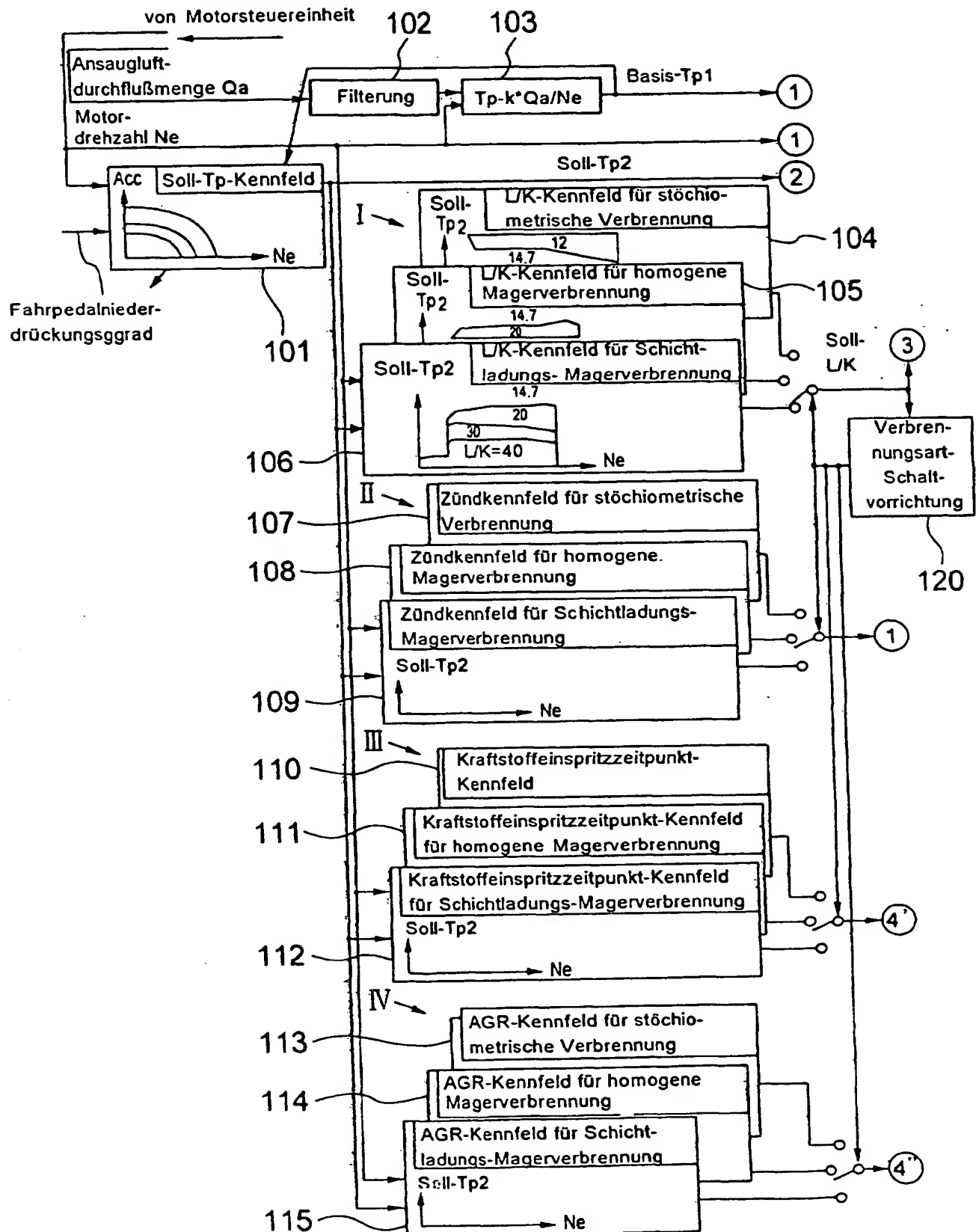
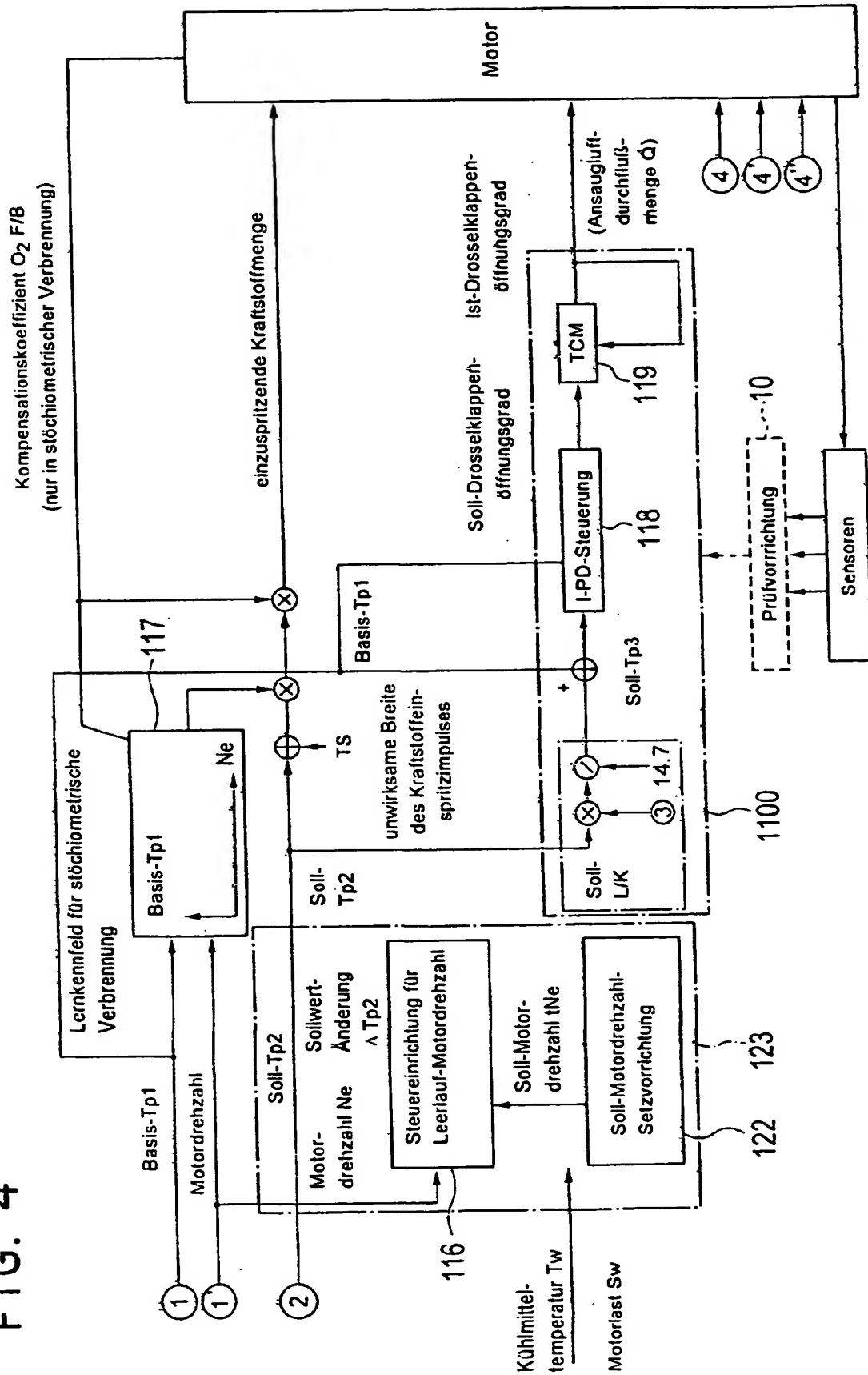


FIG. 4



5615

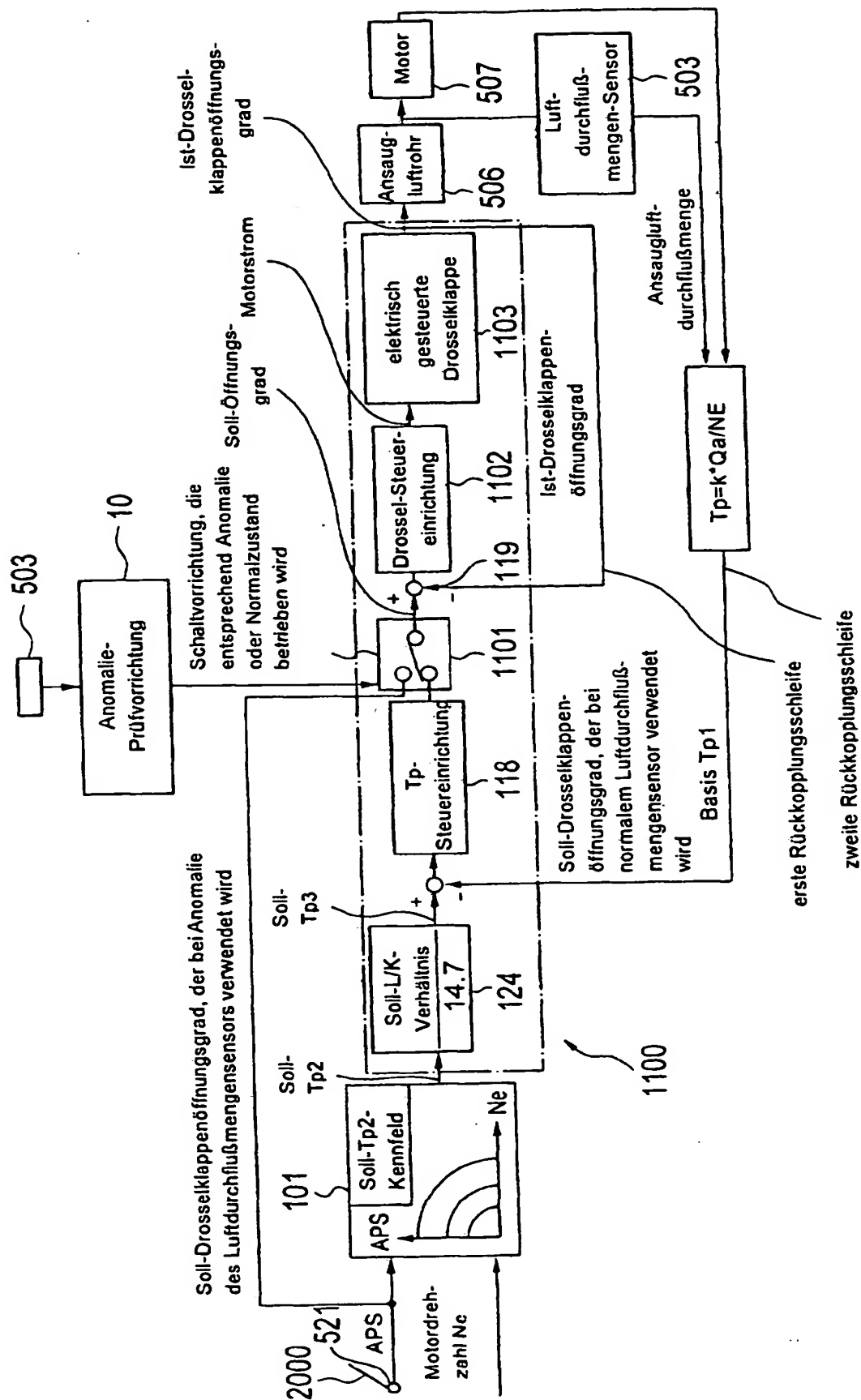


FIG. 6

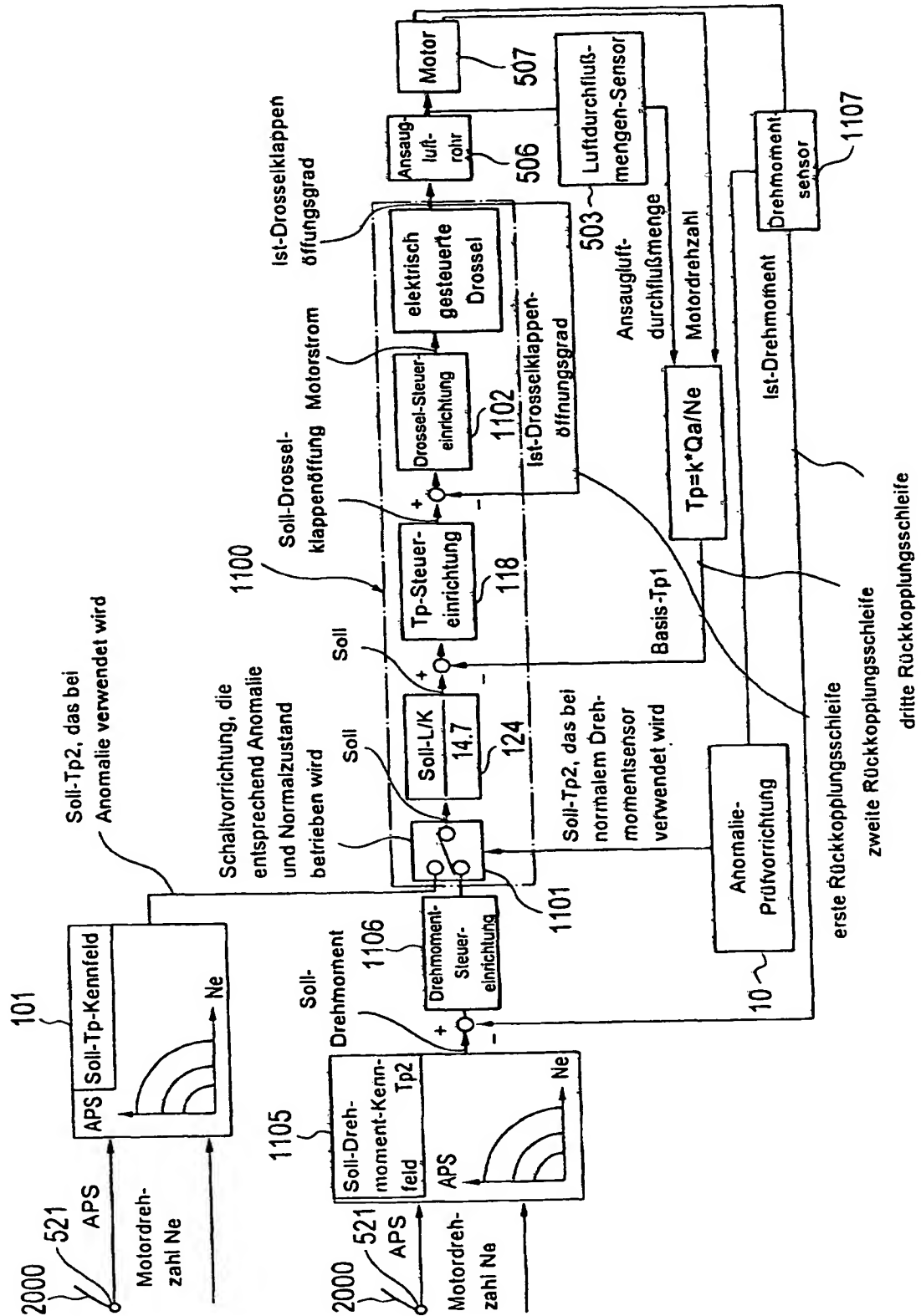




FIG. 7

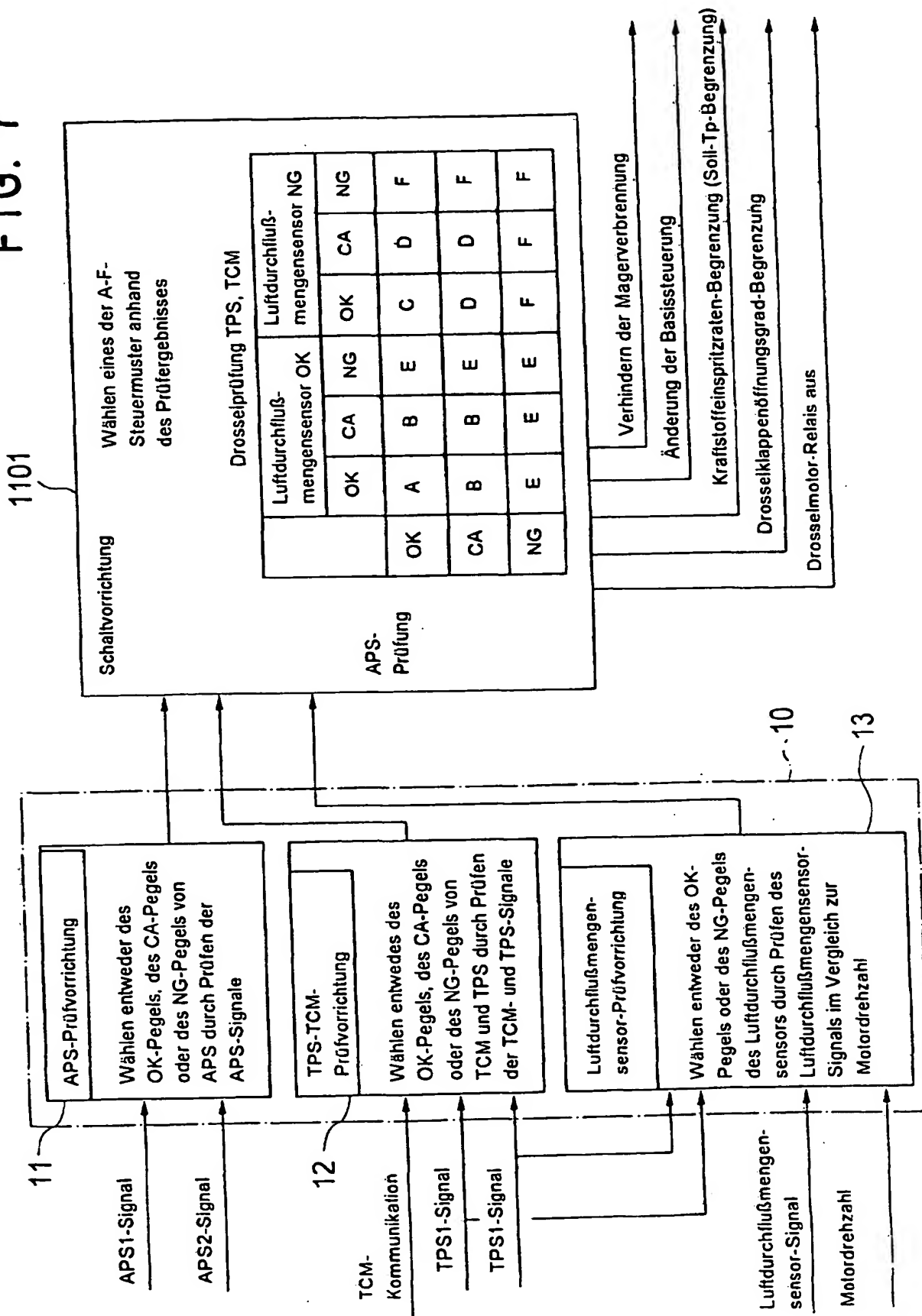


FIG. 8

	H/W-Prüfung OK (#xHWNNG=0)			H/W-Prüfung (#xHWNNG=1)		
	TPS.TCM- Prüfung OK	CA	NG	TPS.TCM- Prüfung OK	CA	NG
APS-Prüfung OK	A-Steuerung (normal) FTERM0DE=0	B-Steuerung FTERM0DE=1	E-Steuerung FTERM0DE=4	C-Steuerung FTERM0DE=2	D-Steuerung FTERM0DE=3	F-Steuerung FTERM0DE=5
CA	B-Steuerung FTERM0DE=1	B-Steuerung FTERM0DE=1	E-Steuerung FTERM0DE=4	D-Steuerung FTERM0DE=3	D-Steuerung FTERM0DE=3	F-Steuerung FTERM0DE=5
NG	E-Steuerung FTERM0DE=4	E-Steuerung FTERM0DE=4	E-Steuerung FTERM0DE=4	F-Steuerung FTERM0DE=5	F-Steuerung FTERM0DE=5	F-Steuerung FTERM0DE=5

FIG. 9

	Basis-Steuerung	Kraftstoffeinspritzraten- Begrenzung (TP-Berechnung)	Drosselklappen- öffnungsgrad	Mager- verbrennung	Drossel- motor- Relais
A-Steuerung (normal) FTERMODE=0	Kraftstoffeinspritzraten- Vorbestimmung	Soll-TPM-Bestimmung in Kennfeld	TP-Rückkopplungs- regelung #FSENKSW=1	Zulassen von #FSLEANOK=1	EIN #FETCRLY=1
B-Steuerung FTERMODE=1	Kraftstoffeinspritzraten- Vorbestimmung	Soll-TPM-Bestimmung in Kennfeld (Setzen der oberen Grenze)	TP-Rückkopplungs- regelung #FSENKSW=1	Verhindern von #FSLEANOK=0	EIN #FETCRLY=1
C-Steuerung FTERMODE=2	Kraftstoff-Luft- Vorwärtsregelung	Soll-TPM-Bestimmung in Kennfeld (Setzen der oberen Grenze)	APS: TPS = 1 : 1- Regelung #FSENKSW=0	Verhindern von #FSLEANOK=0	EIN #FETCRLY=1
D-Steuerung FTERMODE=3	Kraftstoff-Luft- Vorwärtsregelung	Soll-TPM-Bestimmung in Kennfeld (Setzen der oberen Grenze)	APS: TPS = 1 : 1- Regelung (Setzen einer oberen Grenze) #FSENKSW=0	Verhindern von #FSLEANOK=0	EIN #FETCRLY=1
E-Steuerung FTERMODE=4	Ansaugluftdurchflußmengen- Vorbestimmung	Kraftstoffeinspritzraten- Berechnung aus gemessener QA	Fixieren des voreinge- stellten Öffnungsgrades #FSENKSW=0	Verhindern von #FSLEANOK=0	EIN #FETCRLY=0
F-Steuerung FTERMODE=5	Kraftstoff-Luft- Fixierungsregelung	Fixieren der Kraftstoffeinspritzrate (siehe 2.12)	Fixieren des voreinge- stellten Öffnungsgrades #FSENKSW=0	Verhindern von #FSLEANOK=0	AUS #FETCRLY=0

FIG. 10

Zustand	OK	CA	NG
(a) #THVHNG=1 offener Kreis des Drosselsensors 2	×	○	—
(b) #THVHNG=1 Kurzschluß des Drosselsensors 2	×	○	—
(c) #TPS10R=1 TPS1-Spannung ergibt Anomalie	×	○	○
(d) #TPS20R=1 TPS2-Spannung ergibt Anomalie	×	○	○
(e) #TPS12SO=1 TPS1-2 stehen in wechselseitiger Beziehung	×	○	—
(f) #TCMACT=1 Anomalie in Drosselklappenbetrieb	×	×	—
(g) #TCMRSP=1 Anomalie der Rückstellfeder	×	×	—
(h) #TCMSCI=1 Anomalie in Kommunikation	×	×	—

○: Bedingung erfüllt

×: Bedingung nicht erfüllt

FIG. 11

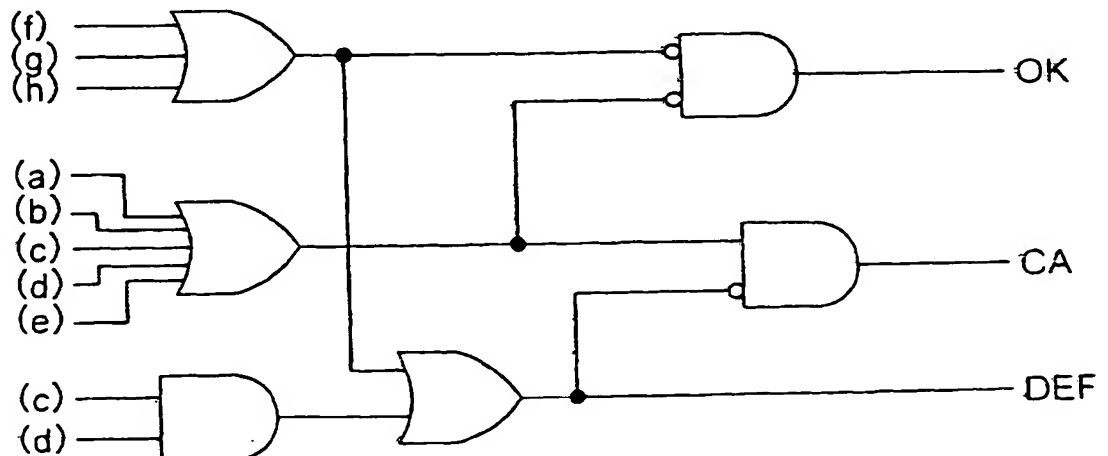


FIG. 12

	APS1-2 wechselseitige Beziehung normal APS12S0=0	APS1-2 wechselseitige Beziehung normal APS12S0=1
APS1 Spannung normal APS10R=0 APS2 Spannung normal APS20R=0	APS[OK]	APS[CA]
APS1 Spannung normal APS10R=0 APS2 Spannung anomal APS20R=1	APS[CA]	APS[CA]
APS1 Spannung anomal APS10R=1 APS2 Spannung normal APS20R=0	APS[CA]	APS[CA]
APS1 Spannung anomal APS10R=1 APS2 Spannung anomal APS20R=1	APS[NG]	APS[NG]



FIG. 13

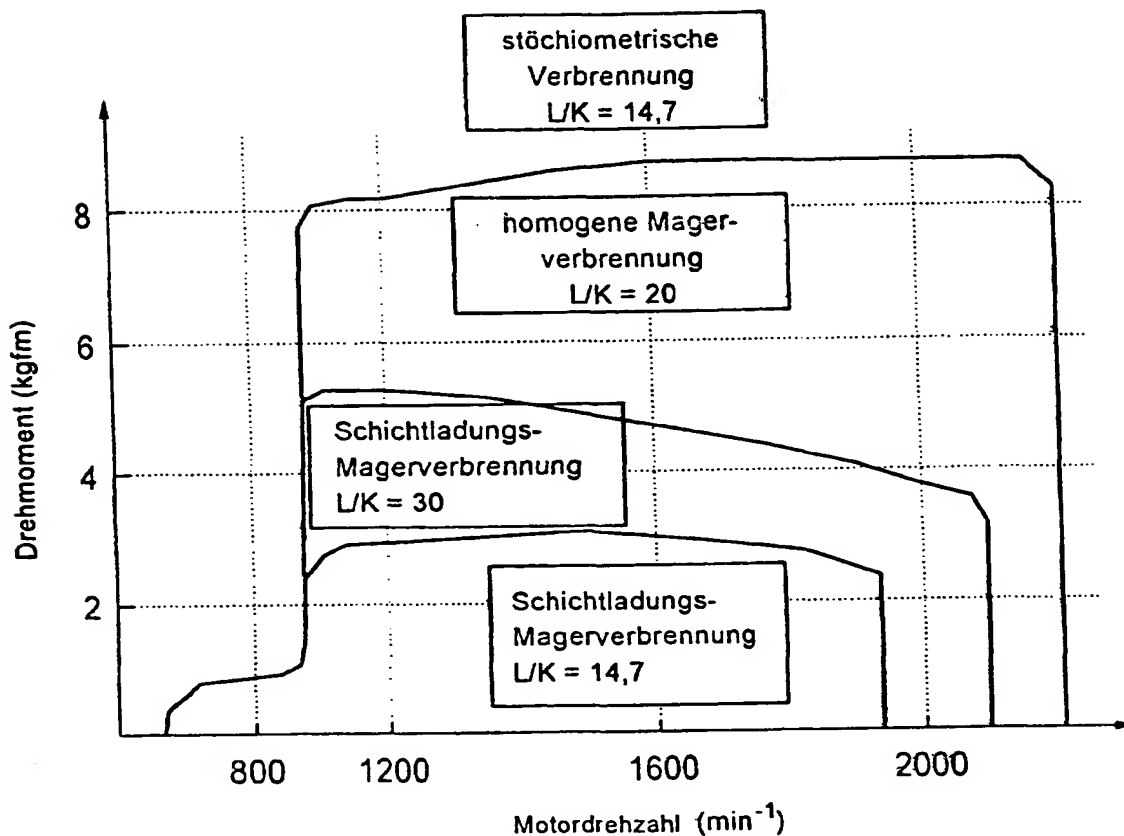


FIG. 14

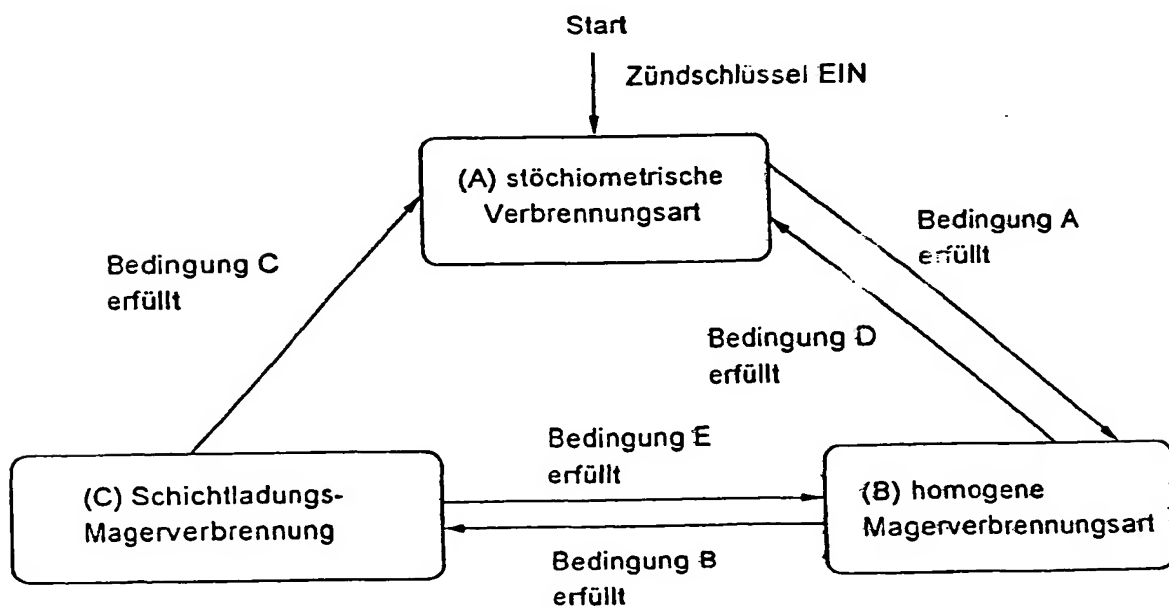


FIG. 15

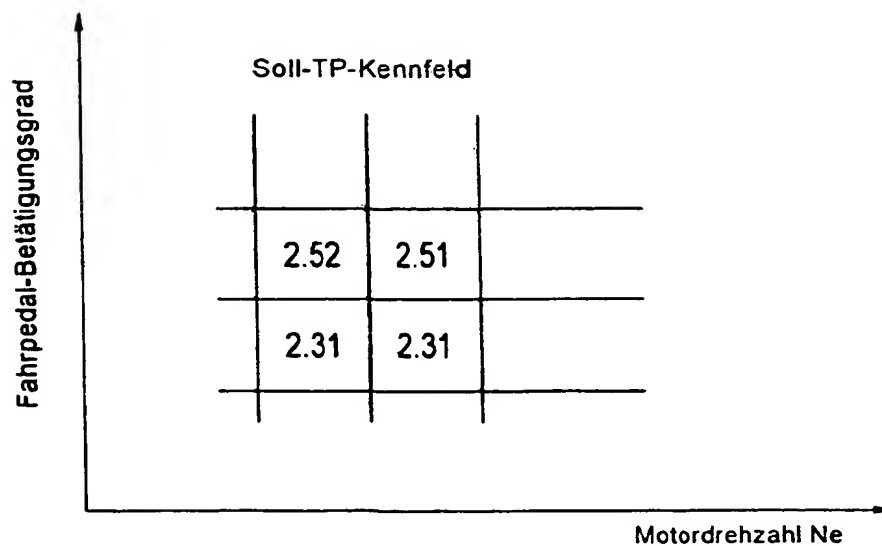


FIG. 16

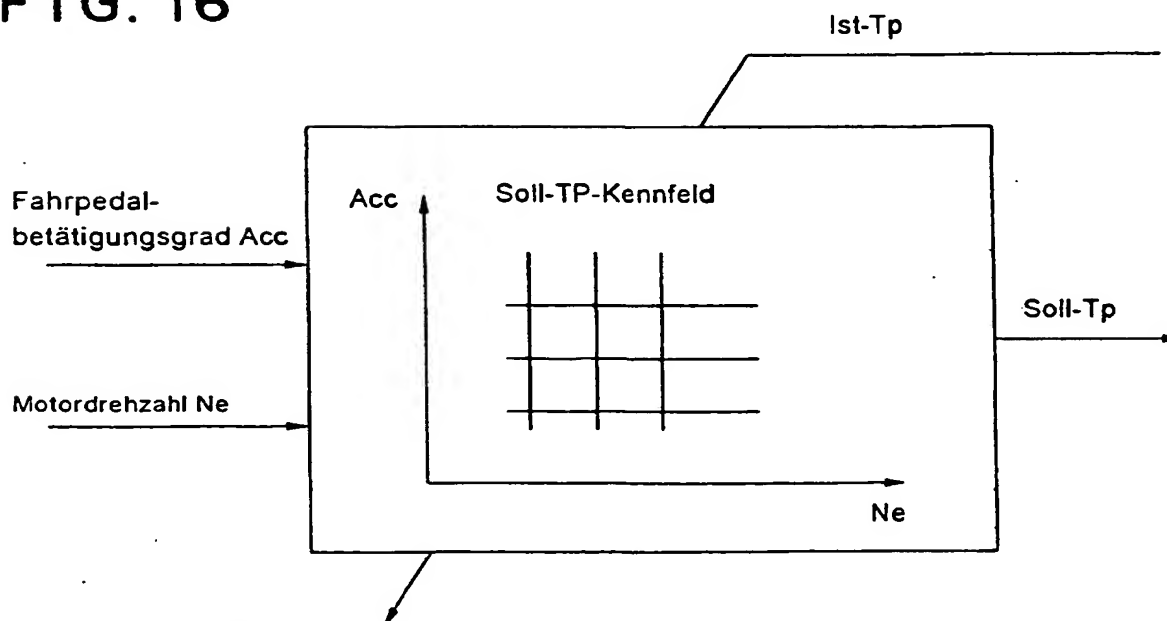


FIG. 17

Soll-TP-Tabelle

Fahrpedal-betätigungsgrad Acc (Grad)	...	4	8	...
Soll-Tp (ms)	...	2.31	2.52	...

FIG. 18

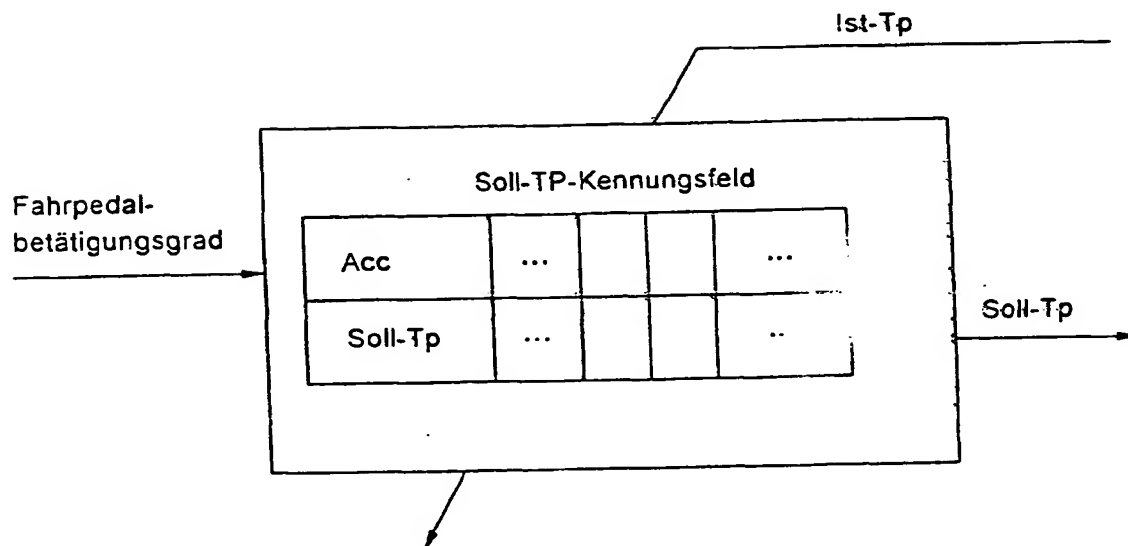


FIG. 19

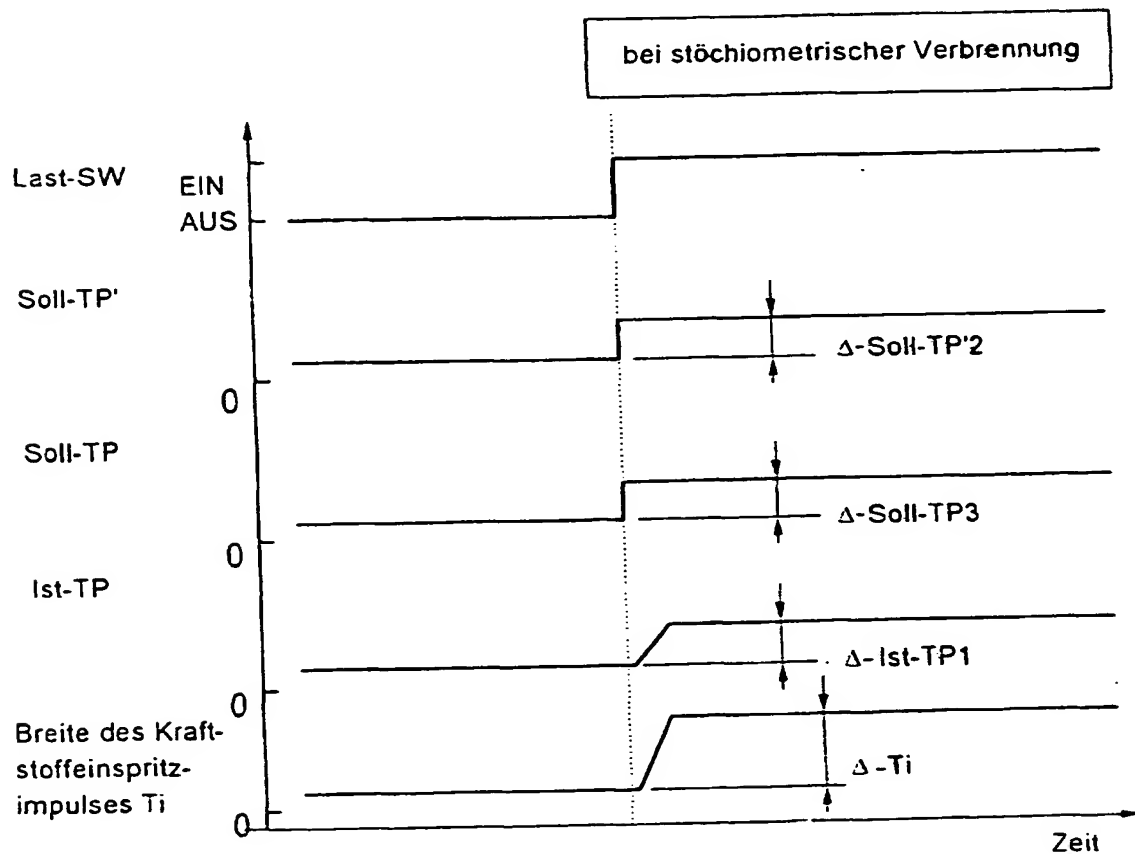


FIG. 20

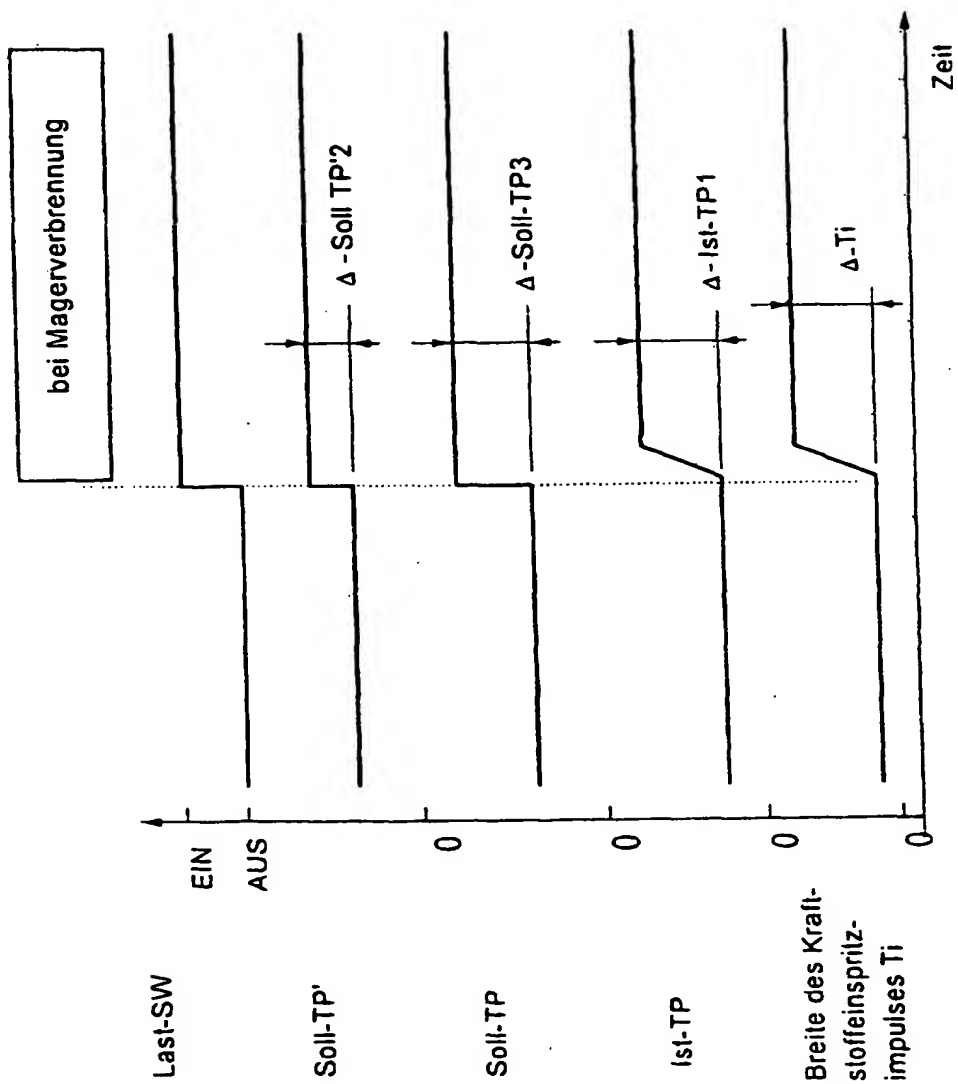


FIG. 21

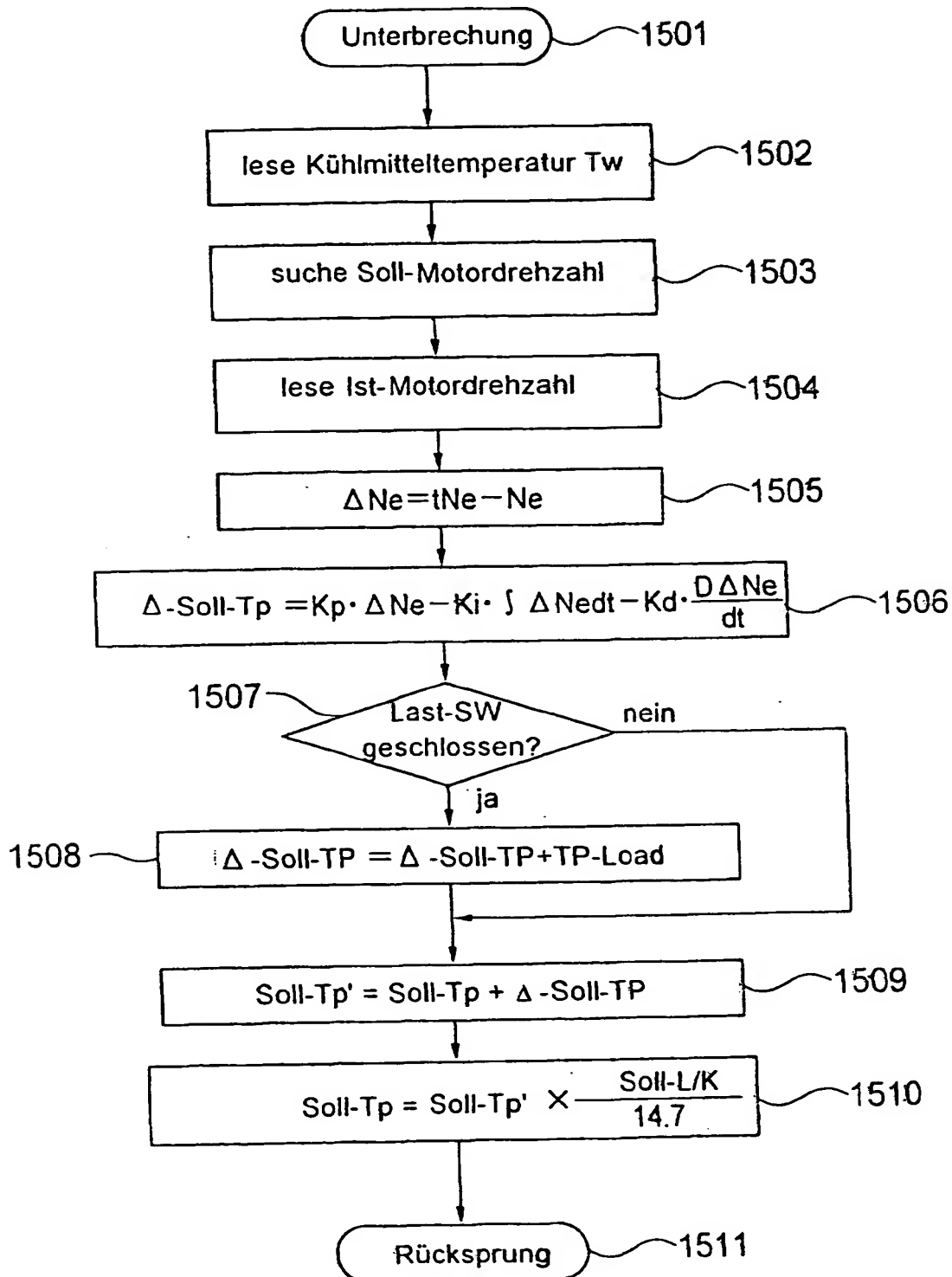




FIG. 22

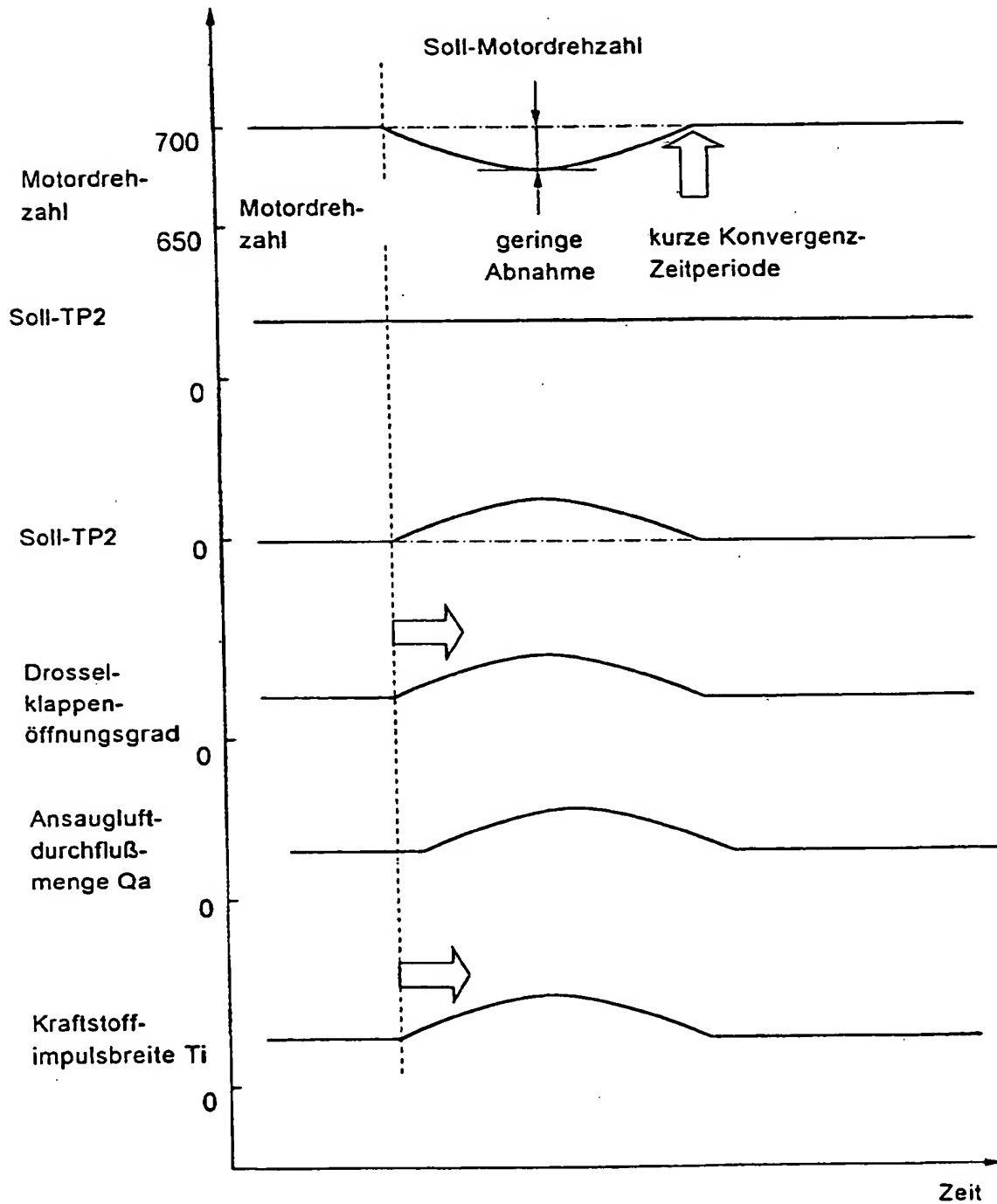


FIG. 23

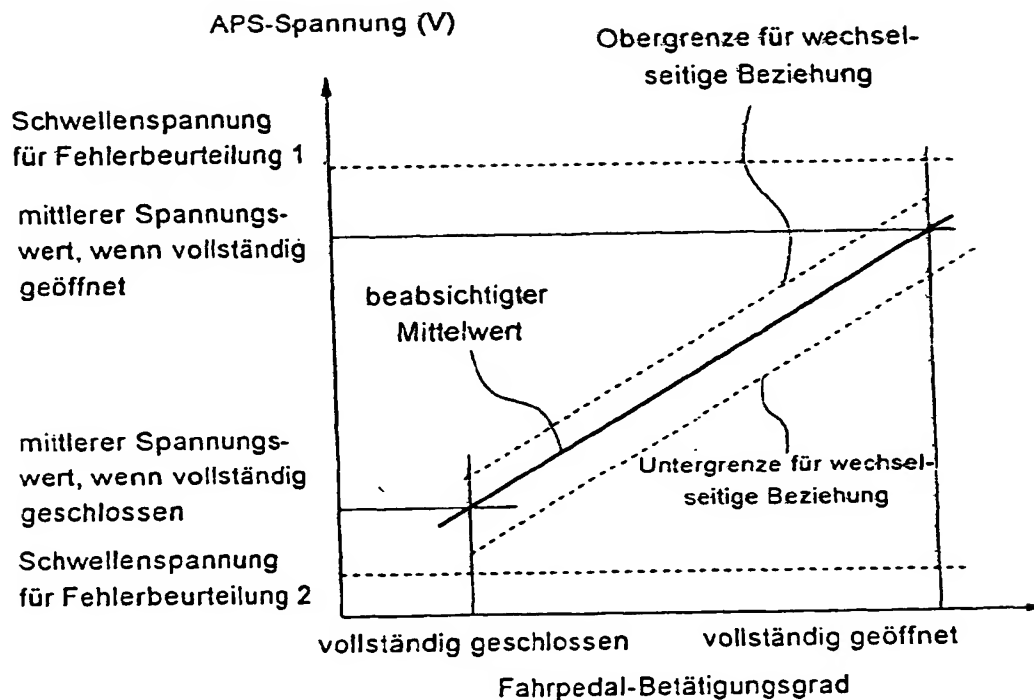


FIG. 24

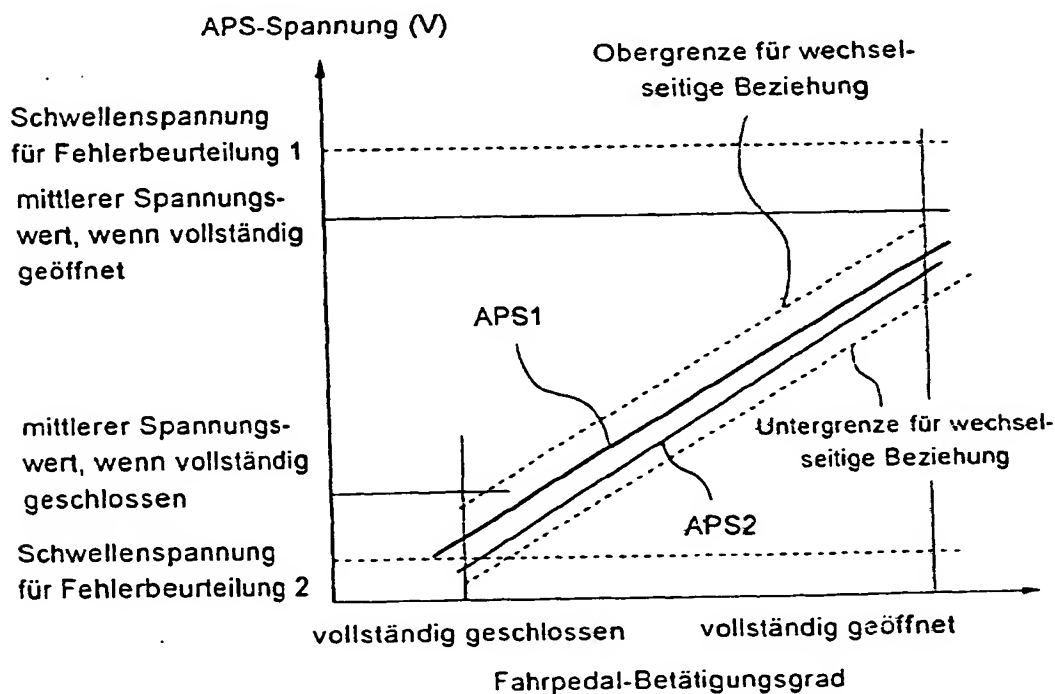


FIG. 25

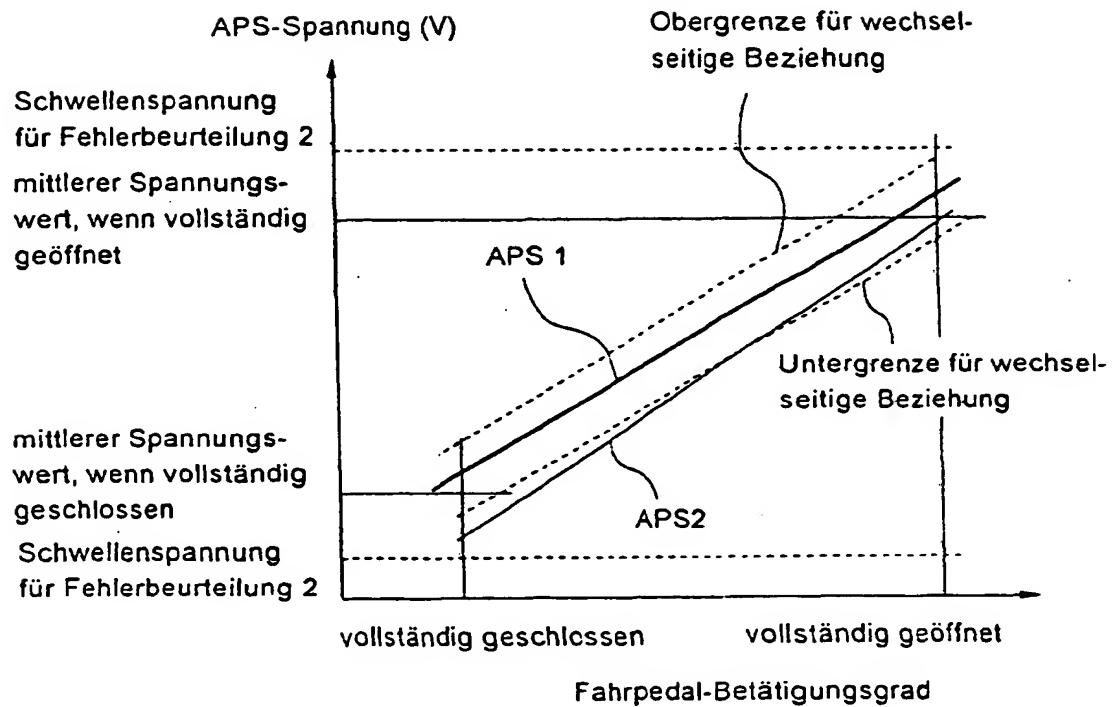


FIG. 26

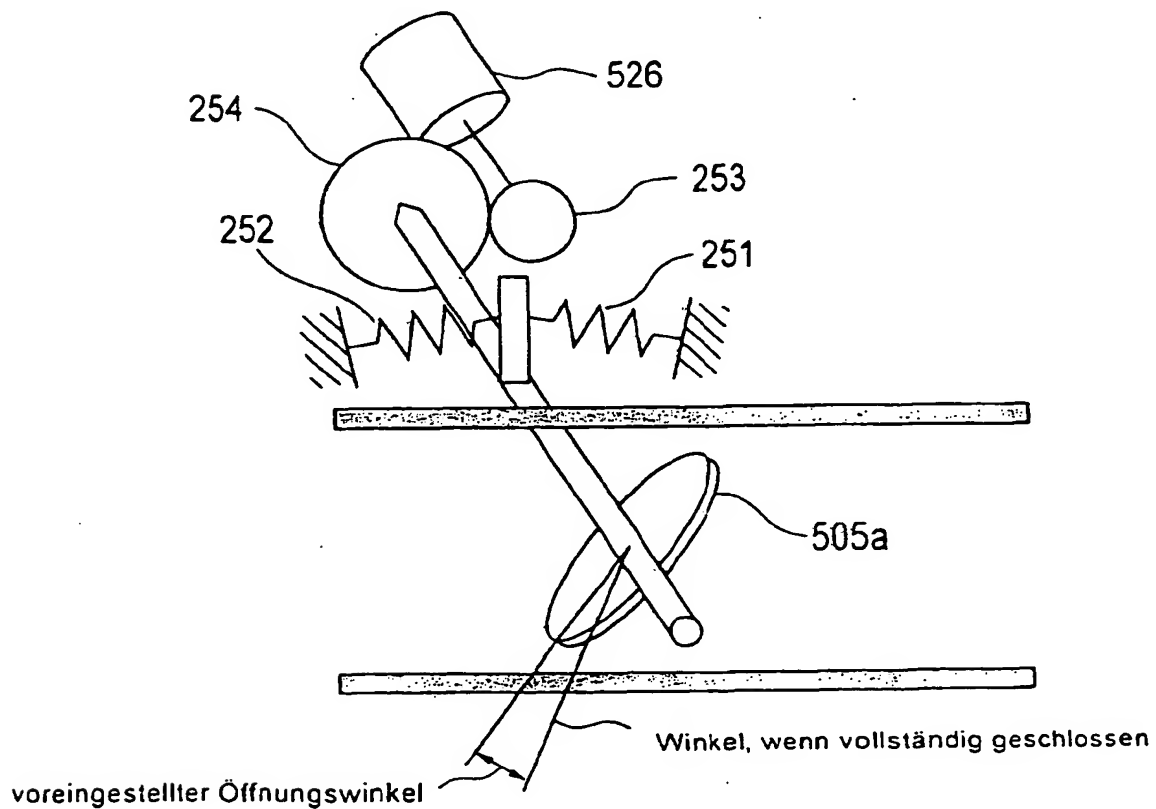
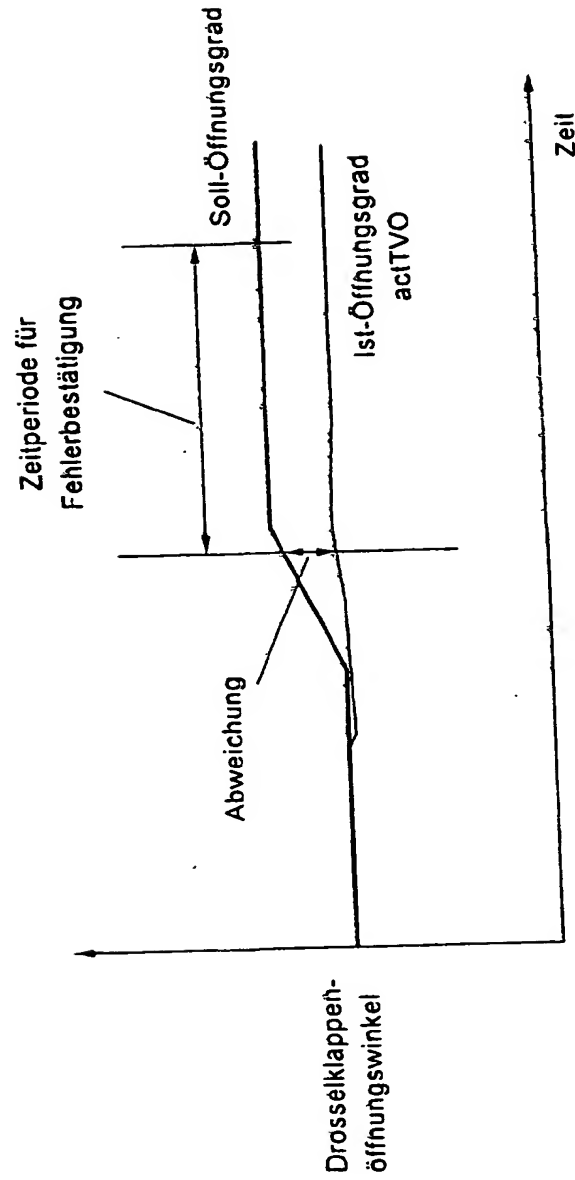


FIG. 27



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**